

Limnologie du fleuve Bandama, Côte d'Ivoire



Christian Lévêque, Claude Dejoux & André Iltis
O.R.S.T.O.M., Hydrobiologie, 24 rue Bayard, 75008 Paris, France

Keywords: tropical river, hydrology, water chemistry, communities, phytoplankton, epiphytes, insects, shrimps, fish, ecology, human impact, pesticides

Abstract

In recent years, the Bandama river and its catchment area have been subjected to intense limnological research, in the framework of a program of ecological monitoring of aquatic environment, treated with anti-simulium insecticides (W.H.O. project for Onchocerciasis control in West-Africa).

The present contribution summarizes the information collected on this tropical river. After a brief description of the basin and its geological setting, climate and hydrology, results of studies on the water chemistry, biology and ecology of its animal and plant communities (plankton, periphyton, insects, decapod crustaceans, fish) are presented. The human impact on the system (dam-building, use of pesticides) is also discussed.

Le bassin du fleuve Bandama, entièrement situé en Côte d'Ivoire, occupe une superficie de 97 500 km² entre 3° 50' et 7° W et 5° et 10° 20' N. En raison de son orientation Nord-Sud, il recouvre donc des zones différentes sur le plan climatique et biogéographique.

Depuis une quinzaine d'années, le Bandama a fait l'objet d'études partielles ou limitées: hydrologie (Camus 1972); hydrogéologie (Lenoir 1972); ichtyologie (Daget *et al.* 1973). Durant cette période, l'impact humain s'est également accru de manière très importante, avec la construction de deux grands barrages à usage hydroélectrique (Kossou en 1972; Taabo en 1980) et de nombreux autres petits barrages à usage hydroagricole dans la partie amont. En outre, le développement de cultures intensives dans le bassin versant a entraîné un accroissement très important des apports en fertilisants et en pesticides, et depuis 1974, des épandages hebdomadaires d'insecticides antisimulidiens sont réalisés par l'O.M.S., dans le cadre du programme de lutte contre l'onchocercose.

D'abord limités au Bandama lui-même et au N'Zi au nord de la latitude de Bouaké, ces épandages ont progressivement englobé le Marahoué puis se sont étendus au sud du bassin, jusqu'à Tassalé.

Dès 1974, le laboratoire d'Hydrobiologie de l'Orstom à Bouaké a mis en place un programme de surveillance écologique des milieux aquatiques régulièrement traités aux insecticides, qui a fait l'objet d'une convention avec l'O.M.S. Ce programme avait un double objectif: déterminer l'impact des insecticides utilisés sur la faune aquatique non-cible et améliorer nos connaissances sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes lotiques concernés. Une grande partie des travaux a été réalisée dans le bassin du Bandama et nous en donnons ici les principaux résultats.

Nous rappellerons également qu'il existe très peu de travaux généraux sur les rivières tropicales africaines, et que l'ensemble des recherches sur le bassin du Bandama constitue l'une des rares approches multidisciplinaires dans ce domaine.

25 OCT. 1983

O. R. S. T. O. M. Fonds Documentaire

N° : 3535ex1

Cote B

B3535 ex 1

1. Caractéristiques générales du bassin versant

1.1. Réseau hydrographique et profil en long

Long de 1050 km, le Bandama prend sa source dans le nord du pays, entre Korhogo et Boundiali, à une altitude de 480 m. Il coule d'abord d'ouest en est pendant près de 200 km, en décrivant un arc de cercle autour de Korhogo, puis prend une direction nord sud et son cours présente alors de nombreux méandres. Dans la partie amont, il

reçoit successivement le Solomougou et le Bou (affluents de rive droite), le Badenou et le Lokpoho (affluents de rive gauche) (Fig. 1).

Le Marahoué, principal affluent de rive droite (550 km de long; bassin versant de 24.300 km²) est alimenté principalement par le Yani (200 km), et se jette dans le Bandama, juste en amont de l'actuel lac de barrage de Kossou.

Le N'Zi est l'affluent de rive gauche le plus important (725 km; bassin versant de 35.500 km²). Il prend sa source à 400 m d'altitude à l'est de Fer-

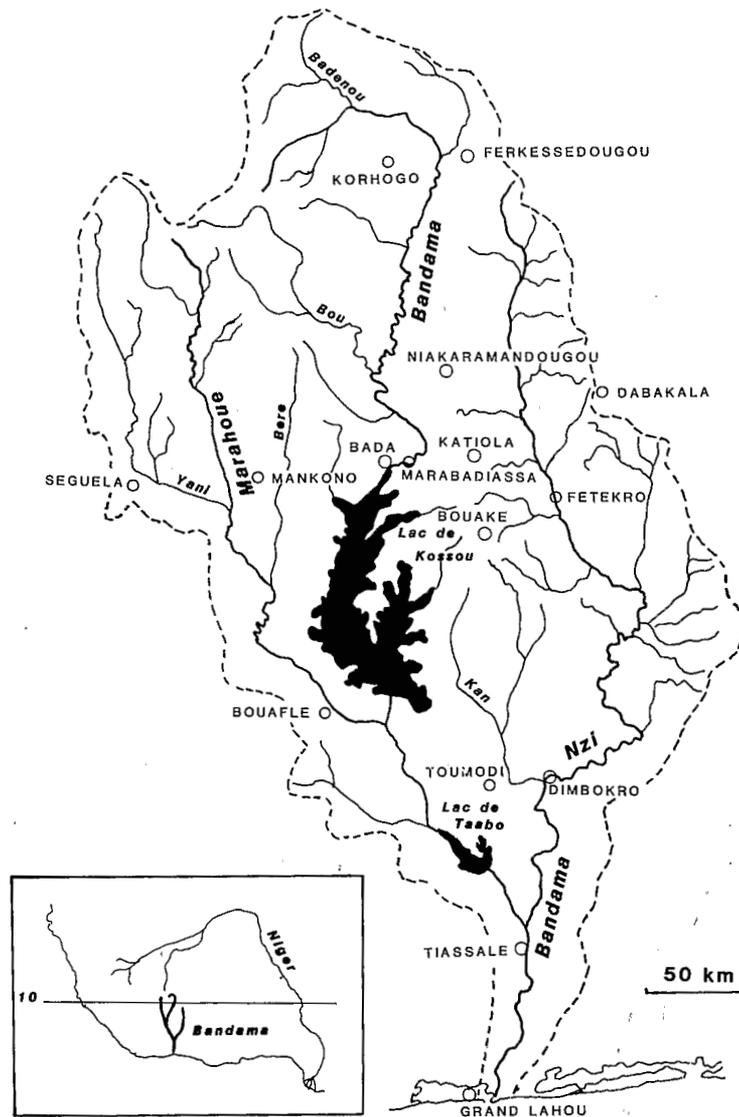


Fig. 1. Le bassin du Bandama.

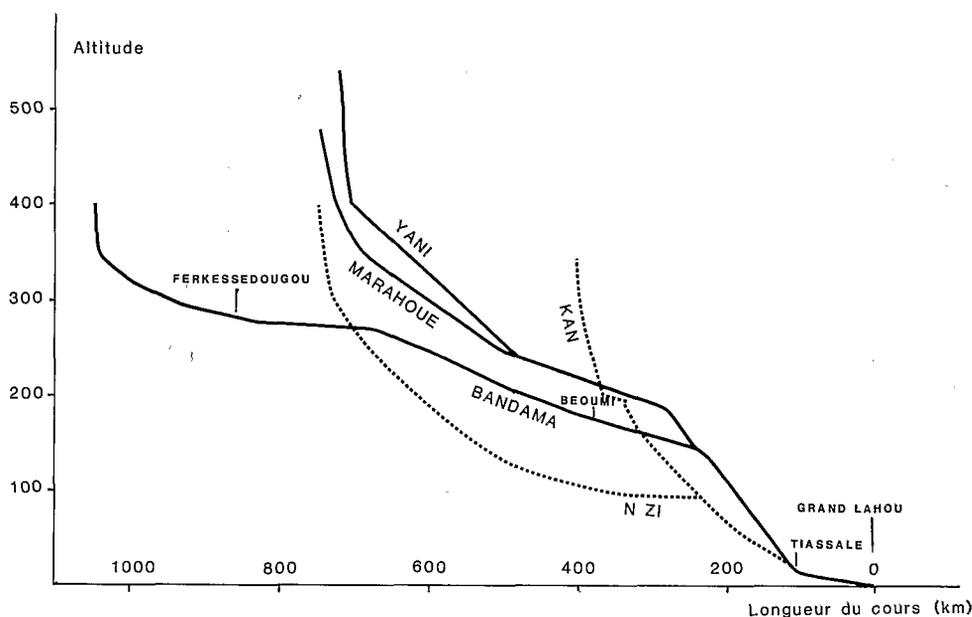


Fig. 2. Profil en long du Bandama et de ses principaux affluents (d'après Camus 1972).

késsédougou et conflue avec le Bandama un peu en amont de Tiassalé.

Dans le cours inférieur du Bandama, les effets de la marée sont sensibles. La pente moyenne est de 0,46% pour le Bandama, 0,53% pour le N'Zi et 0,65% pour le Marahoué. La pente n'est donc pas très importante, mais le profil présente quelques irrégularités (Fig. 2). Le Bandama se jette dans la lagune de Grand Lahou.

1.2. Géologie et géomorphologie

La Côte d'Ivoire correspond à une plate-forme ancienne héritée de deux mégacycles: libérien (2579-2750 millions d'années) et éburnéen (1830-2090 millions d'années) (Tagini 1965, 1971). Les formations archéennes du libérien comprennent surtout des gneiss, des amphibolo-pyroxénites, des quartzites ferrugineux, des migmatites et sont localisées dans la région Centre-Ouest du pays. Au mégacycle éburnéen correspondent les formations du protérozoïque inférieur et moyen comprenant des complexes volcano-sédimentaires (laves, schistes, quartzites), des clastiques de comblement (conglomérats, flyschs, grès, schistes) et des grani-toïtes très largement répandus sur le bassin versant du Bandama.

La couverture du socle ancien est réduite à des formations sédimentaires localisées sur une étroite bande littorale.

Dans la partie amont du bassin, les granites constituent de grands massifs de direction N.N.E. à S.S.W. correspondant aux interfleuves des grands axes de drainage: Haut Bandama et N'Zi. Les roches métamorphiques schisteuses constituent le panneau sud-est du bassin dans le cours inférieur du N'Zi et se retrouvent dans la zone comprise entre Haut Bandama-Haut Marahoué et Haut Bandama-Haut N'Zi. Les 'roches vertes', qui forment le relief du paysage, constituées par des roches basiques venant du métamorphisme d'anciennes roches éruptives, sont localisées dans le Haut Bandama.

De manière générale, le bassin est donc une ancienne pénéplaine constituée par un socle qui descend en pente douce vers le sud. Le modelé ondulé et monotone est caractérisé par une succession de collines plus ou moins subaplanies qui sont le résultat d'une reprise d'érosion d'anciennes surfaces plus ou moins planes et indurées qui ont laissé des reliques, telles que les buttes témoins de la région septentrionale du bassin. On peut distinguer quelques grandes unités (Avenard 1971): la région de Boundiali au N.W. est formée de plateaux accidentés (500 m); plus au sud, l'unité Mankono-Se-

guéla, correspond à un ensemble assez homogène de plateaux (3 à 400 m); la région septentrionale est très aplanie (400 à 500 m) avec quelques reliefs isolés; l'interfleuve Bandama-N'Zi appelé communément 'V Baoulé' est en pente douce vers le sud (de 400 m au nord à moins de 100 m au sud).

Les sols ferallitiques sont très largement répanus sur le bassin du Bandama (Dabin *et al.* 1960; Perraud 1971).

Dans le N.E. du bassin et dans le couloir du N'Zi, une évolution de type ferrugineux se surimpose au matériau ferallitique initial. Des sols hydromorphes ne sont observés que dans le Bas Bandama.

1.3. Climat et végétation

Le bassin du Bandama est situé dans la zone de balancement du Front Intertropical (FIT) qui sépare les masses d'air humide d'origine océanique, de secteur sud-ouest (mousson) et les masses d'air sec d'origine continentale et de secteur nord-est (harmattan). Les déplacements en latitude du FIT entraînent des alternances de saisons sèches et humides décrites en détail par Eldin (1971). Cet auteur, sur la base d'un bilan entre la pluviométrie (P) et l'évapotranspiration potentielle (E.T.P.), $D = E.T.P. - P.$, définit la saison sèche comme la suite de périodes consécutives présentant un déficit hydrique climatique ($D > 0$). En cumulant les déficits hydriques mensuels, on aboutit au déficit hydrique climatique cumulé pendant toute la saison sèche, qui intègre la plupart des facteurs climatiques du milieu. Ce paramètre, ainsi que la durée de la grande saison sèche, sert de base à une classification climatique en liaison avec la végétation (Fig. 3):

Domaine soudanais

Il est situé au nord de la ligne d'isodéficit hydrique cumulé de 600 mm, voisine du parallèle 8°. Il y a une seule saison des pluies et les précipitations annuelles, comprises entre 1100 et 1700 mm, sont concentrées en une saison, de juillet à septembre essentiellement.

On distingue le secteur soudanais au nord avec un déficit hydrique cumulé supérieur à 850 mm, 8 mois de saison sèche et un régime d'harmattan durant 5 à 6 mois par an. Plus au sud, le secteur subsoudanais dont le déficit hydrique cumulé est compris entre 600 et 850 mm, est caractérisé par 7 à

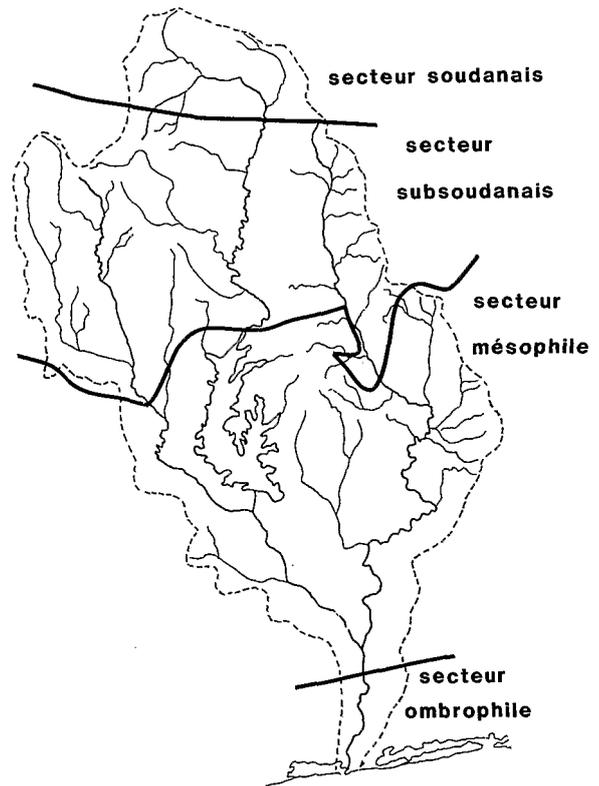


Fig. 3. Climat et végétation du bassin du Bandama.

8 mois de saison sèche et un régime d'harmattan de 3 à 5 mois.

Le domaine soudanais est couvert par les forêts claires et les savanes qui en dérivent. Selon le peuplement forestier, la savane évolue vers un type boisé, arboré, arbustif ou herbeux sur les sols drainés. Le groupement le plus abondant est celui à *Panicum phragmitoïdes*. Les boisements denses forment des îlots forestiers et des forêts galeries.

Domaine guinéen

Au sud du 8^e parallèle, il se caractérise par l'existence du quatre saisons: deux saisons de pluies entrecoupées de saisons sèches. Il se subdivise en deux secteurs:

le secteur mésophile entre le 6^e et le 8^e parallèle avec un déficit hydrique cumulé compris entre 250 et 600 mm. Les quatre saisons sont mieux marquées dans la zone sud où la pluviosité est comprise entre 1200 et 1800 mm, répartie sur deux saisons de pluies, de mars à juin, et de septembre à octobre.

Sur le plan de la végétation, le secteur mésophile correspond à une zone de savane pré-forestière au nord qui s'oppose à une zone forestière à savanes incluses au sud.

La zone pré-forestière occupe la partie centrale du bassin. Le long des cours d'eau, se développent des forêts galeries. La zone forestière est formée par des forêts denses humides, semi-décidues, et par la forêt marécageuse qui se développe sur les sols hydromorphes périodiquement inondés du Bas-Bandama.

Le secteur ombrophile se définit par un déficit hydrique cumulé compris entre 150 et 250 mm.

Au sud du 6^e parallèle, il s'étend jusqu'à proximité de la côte atlantique. Les quatre saisons sont bien différenciées: la grande saison sèche est réduite à trois ou quatre mois avec un harmattan très court, et la pluviosité varie entre 1600 et 2500 mm par an. La première saison des pluies, d'avril à juillet, est nettement plus marquée que la seconde, de septembre à novembre.

La végétation est constituée par une forêt dense à plusieurs strates, la plus élevée pouvant dépasser quarante mètres.

1.4. Régime hydrologique

Ainsi que nous l'avons vu précédemment, le bassin du Bandama est soumis à divers régimes climatiques auxquels correspondent trois régimes hydrologiques (Touchebeuf de Lussigny & Girard 1962; Girard & Sircoulon 1968; Girard *et al.* 1971).

Régime tropical de transition

Caractérisé par une crue unique, d'août à octobre, il se rencontre dans la partie septentrionale du bassin (régions de Korhogo et Ferkessédougou). A une décrue rapide, de novembre à décembre, succède une longue période d'étiage, de janvier à mai, durant laquelle l'alimentation est en grande partie assurée par les nappes alluviales. Ce régime concerne les parties amont du Bandama, du Marahoué et du N'Zi.

Régime équatorial de transition atténuée

La partie centrale du bassin (cours moyen du Bandama et N'Zi), comprise entre les lignes Korhogo-Ferkessédougou au nord et Kotobi-Toumodi-Oumé, au sud, est soumise à ce régime comportant une période de moyennes et hautes eaux, de juin à novembre.

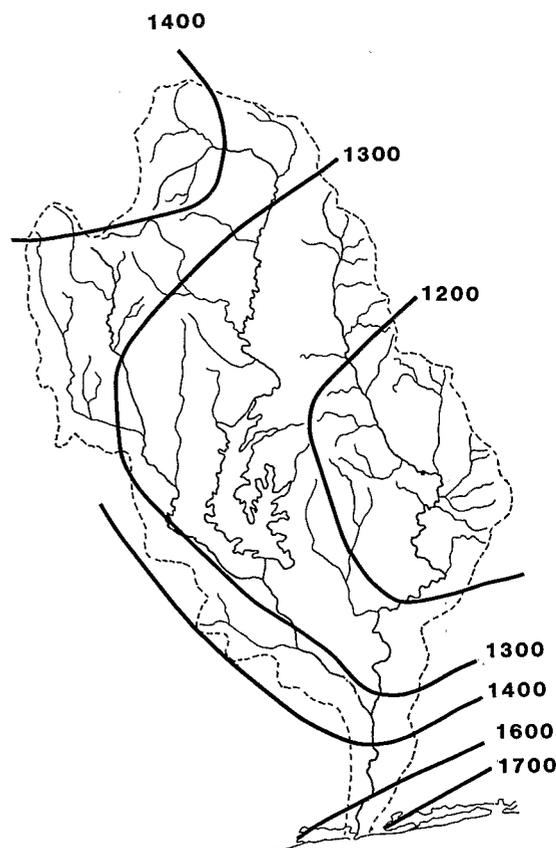


Fig. 4. Répartition de la pluviométrie sur le bassin du Bandama.

Les deux saisons des pluies entraînent deux crues en juin-juillet et en septembre-octobre, qui sont d'inégale importance, suivant la prédominance de l'une ou l'autre saison des pluies.

Régime équatorial de transition

Il concerne la portion méridionale du bassin. Les deux saisons des pluies entraînent deux périodes de hautes eaux, l'une en juin-juillet, l'autre moins marquée en octobre-novembre. L'étiage est le plus prononcé de décembre à mars.

Il y a donc évolution du régime hydrologique vers une situation de plus en plus complexe de l'amont vers l'aval du bassin (Fig. 5).

Comme pour la majorité des fleuves tropicaux, l'hydrologie est un facteur très important dans le Bandama du point de vue de l'écologie et de la biologie des espèces. En période d'étiage, le débit est faible et il peut même y avoir arrêt complet de

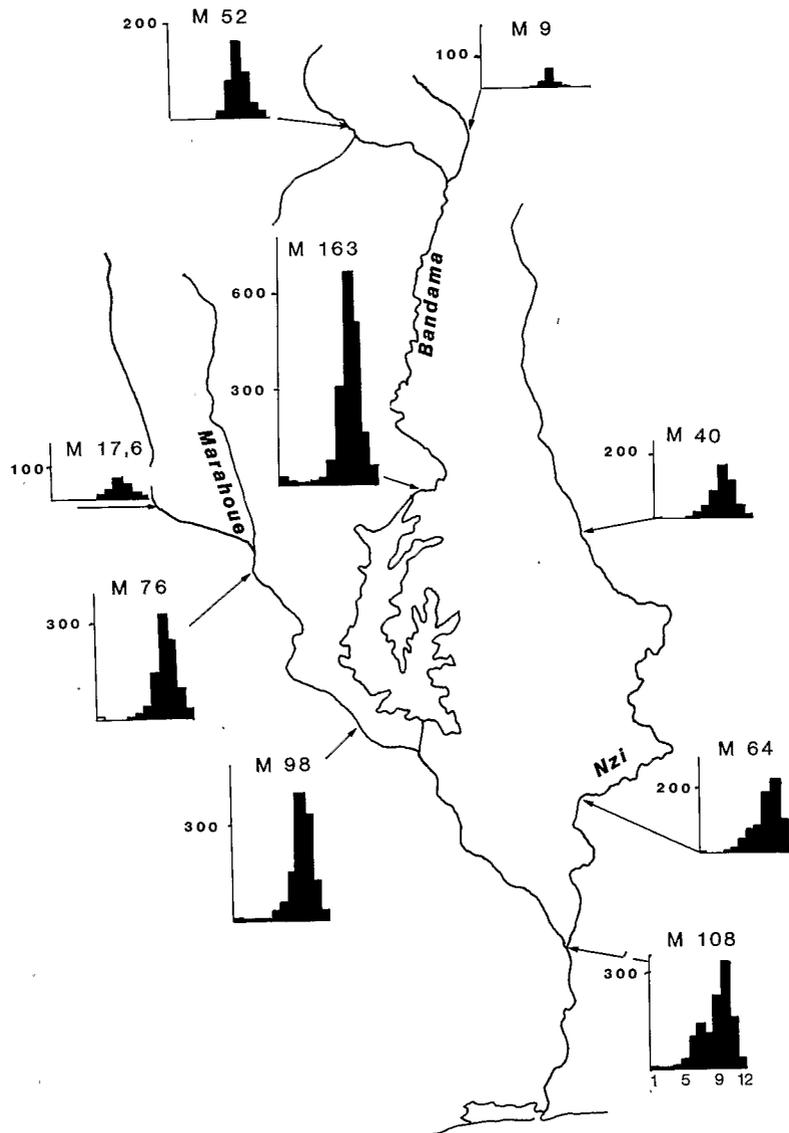


Fig. 5. Hydrologie du Bandama. Débits moyens mensuels mesurés dans différentes stations (en $m^3 s^{-1}$). M est le module moyen annuel en $m^3 s^{-1}$ (données provenant de Camus 1972).

l'écoulement en amont. Il ne subsiste alors qu'une série de grandes vasques stagnantes séparées par des seuils rocheux, où les espèces rhéophiles ont beaucoup de mal à subsister. La crue intervient souvent brutalement entraînant des variations importantes du niveau de l'eau, et l'inondation temporaire du lit majeur et des zones plates adjacentes.

A l'échelle interannuelle, il peut également y avoir des variations importantes de débit (Fig. 6) qui ont

des conséquences importantes sur la dynamique de certaines espèces de poissons.

2. Caractéristiques physicochimiques des eaux

Les caractéristiques physicochimiques des rivières ivoiriennes ont fait l'objet d'une mise au point récente (Iltis & Lévêque 1982) et nous donnons ici

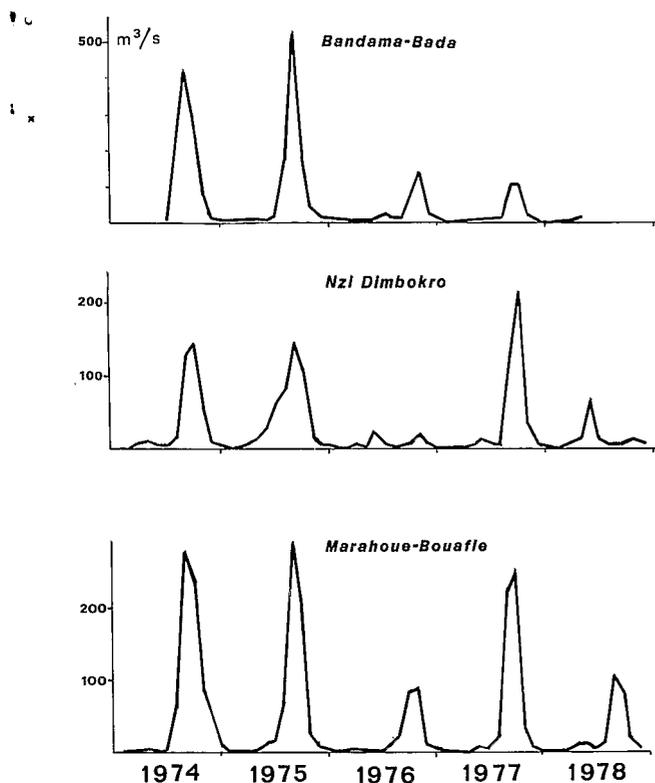


Fig. 6. Variations interannuelles des débits (1974-1978) dans le Bandama et ses principaux affluents.

les traits essentiels concernant le bassin du Bandama.

Transparence (Fig. 7)

Elle a été mesurée en 1976-1977 dans trois stations: le N'Zi à Fétékro, le Bandama à Bada, le Marahoué vers Bouaflé. Les valeurs maximales

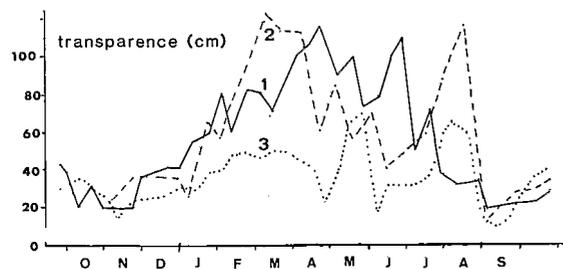


Fig. 7. Variations saisonnières de la transparence des eaux en 1976-1977. 1: Bandama à Bada; 2: Marahoué vers Bouaflé; 3: N'Zi à Fétékro.

sont atteintes pendant l'étiage (février à avril) et les valeurs minimales durant la crue (septembre à novembre).

Températures (Fig. 8)

Elles varient en moyenne entre 24-25 °C (décembre et janvier) et 31-32 °C (avril-mai), avec une moyenne annuelle voisine de 28 °C. L'amplitude des variations est donc assez faible.

pH

Ils sont légèrement alcalins dans le bassin du Bandama où ils varient entre 7,0 et 7,5 au cours de l'année dans le N'Zi, à hauteur de Fétékro, et 7,0 et 7,4 à 70 km en amont.

Dans le Bandama à Bada, les extrêmes sont 7 et 7,9 (moyenne des mesures 7,3), ce qui correspond aux observations faites par Lenoir (1972) avant la fermeture du barrage de Kossou.

Dans le Marahoué vers Bouaflé, la moyenne est de 7,3 (7,1 à 7,6) au cours de l'année.

En période d'étiage, le pH peut s'élever localement aux environs de 8 en raison de l'abondance de phytoplancton et de l'activité photosynthétique. C'est ce qui a également été observé par Biswas (1967) dans la Volta.

Conductibilité électrique à 25 °C (Fig. 9)

Dans le Bandama à Bada et le Marahoué vers Bouaflé, on observe un maximum en avril (respectivement 80 et 92 $\mu\text{S cm}^{-1}$) mais les variations sont

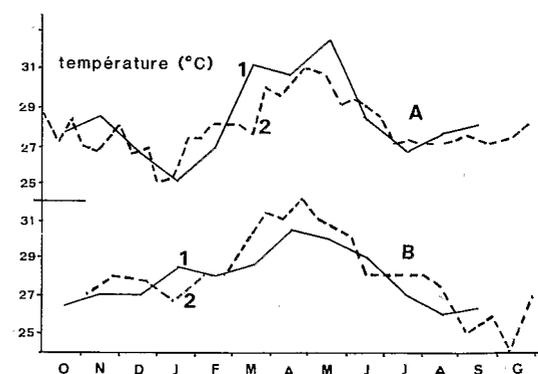


Fig. 8. Variations saisonnières de la température des eaux en 1976-1977; A: Bandama à Bada; A1: température moyenne; A2: température mesurée entre 9 et 10 h; B: Marahoué vers Bouaflé; B1: température moyenne; B2: température mesurée entre 11 h30 et 14 h.

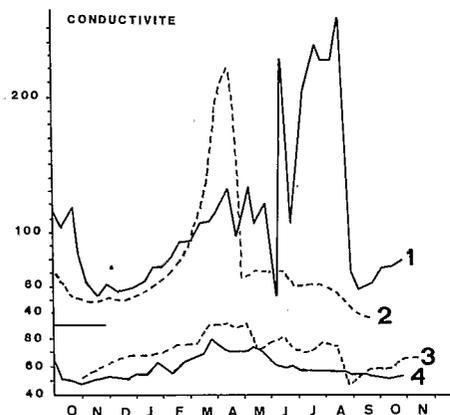


Fig. 9. Variations saisonnières de la conductivité électrique à 25° C expérimentée en $\mu\text{S cm}^{-1}$, en 1976-1977. 1: N'Zi à Fétékro; 2: N'Zi à hauteur de Katiola; 3: Marahoué vers Bouaflé; 4: Bandama à Bada.

faibles à l'échelle annuelle (moyenne 59 μS pour le Bandama et 71 pour le Marahoué). Dans le N'Zi, la conductibilité est variable au cours de l'année, en raison de l'irrégularité des débits, et les valeurs maximales sont plus importantes (219 et 259 μS). Elle augmente sensiblement d'amont en aval dans le N'Zi: en février 1970, elle était de 65 μS à quelques dizaines de kilomètres de la source, et 96,5 à Dimbokro (Lenoir 1972). En décembre 1976, elle était de 47 μS à hauteur de Katiola, 53 à hauteur de Bouaké, et 66 à Dimbokro.

Egborge (1971) a observé dans la rivière Oshun (Nigéria) des valeurs du même ordre que dans le bassin du Bandama.

Composition ionique des eaux (Fig. 10)

Les bicarbonates constituent en moyenne 73 à 82% des ions, mais ce pourcentage peut descendre à 65% dans le Bandama et même 45% dans le N'Zi durant la crue, et atteindre 85 à 93% durant l'étiage. Dans le N'Zi, le pourcentage des chlorures est plus élevé que dans les autres rivières et celui des ions Na^+ est parfois égal et même supérieur à celui de Ca^{++} .

La teneur moyenne en silice dissoute varie entre 16 et 20 mg l^{-1} dans les différents points de mesure.

De manière générale, la composition chimique des eaux du bassin du Bandama est proche de la composition moyenne des eaux courantes africaines (Meybeck 1979).

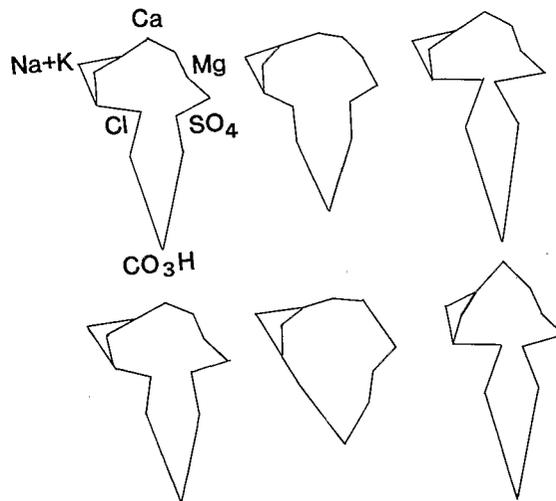


Fig. 10. Représentation graphique de la composition des eaux établie d'après les pourcentages des ions exprimés en me l^{-1} . En haut, le Bandama à Bada; en bas, le N'Zi à Fétékro. A gauche composition moyenne sur une année; au centre, composition des eaux de crues; à droite, composition des eaux d'étiage.

3. Peuplements végétaux

3.1. Phytoplancton et periphyton

La composition et les variations saisonnières du phytoplancton ont été étudiées sur deux stations du N'Zi et du Bandama et sur une station du Marahoué durant un peu plus d'un an, en 1976-1977. Celles du périphyton ont été suivies sur une station du Bandama et du Marahoué en utilisant des supports de faïence suspendus à un flotteur (Iltis 1981, 1982).

3.1.1. Phytoplancton

Composition qualitative

163 taxons ont été inventoriés dans le N'Zi à hauteur de Katiola et Bouaké, 232 dans le Bandama en amont de la retenue de Kossou et 118 dans le Marahoué vers Bouaflé; ces valeurs n'incluent pas les Diatomées qui n'ont pas été déterminées. Selon les stations, les Chlorophycées représentent 44 à 66% du nombre de taxons présents, les Cyanophycées 16 à 18%, et les Euglénophycées 13 à 31%. Les autres groupes (Pyrrhophytes, Chrysophycées, Xanthophycées) représentent 5 à 7%.

Les Desmidiacées constituent la moitié des tax-

ons des Chlorophycées. Par rapport aux études faites sur les systèmes soudano-sahéliens (Bourrelly 1957; Compère 1974, 1977; Couté & Rousselin 1975), la flore algale du Bandama se distingue par une dominance moins nette des Chlorophycées et un pourcentage plus élevé des Euglénophycées.

Analyse quantitative

Exprimées en biovolume d'algues vivantes par litre, les quantités moyennes observées durant une année dans le N'Zi et le Bandama sont de l'ordre de 800 à 900 millions de μm^3 par litre. Elles sont plus élevées dans le N'Zi vers Katiola (2900 millions de $\mu\text{m}^3 \cdot \text{l}^{-1}$) et dans le Marahoué (1966 millions de $\mu\text{m}^3 \cdot \text{l}^{-1}$) en raison des fortes quantités d'algues qui se développent en saison sèche dans ces portions de cours d'eau dont l'écoulement est alors interrompu.

Exprimées en terme de teneurs en chlorophylle *a*, les quantités moyennes observées au cours de l'année sont de $4,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ dans le N'Zi, les valeurs maximales dépassant $13 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Dans le Bandama à Bada, la moyenne s'établit à $5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ avec des valeurs maximales dépassant $15 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$. Ces teneurs sont évidemment plus basses que celles signalées (Traoré 1979; Pagès *et al.* 1979) dans les milieux stagnants voisins (10 à $35 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2}$ dans le barrage de Kossou et plus de $35 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ dans la partie ouest de la lagune Ebrié).

En nombre moyen d'organismes par millilitre, on a obtenu des valeurs moyennes annuelles de 138 pour le N'Zi à hauteur de Bouaké, 216 pour le Bandama en amont de la retenue de Kossou et 352 dans le Marahoué vers Bouaflé. Les maximums observés sont respectivement de 965, 1692 et 1175. Ces densités d'organismes concordent avec les valeurs observées par Biswas (1968) dans la Volta avant la création du lac de barrage d'Akosombo; elles sont nettement plus élevées que celles obtenues par Egborge (1974) dans la rivière Oshun au Nigeria.

Variations saisonnières.

Dans l'ensemble du nord du bassin du Bandama, la période de la grande crue annuelle (septembre-octobre) correspond à un minimum très net dans la richesse phytoplanctonique des cours d'eau. Après les hautes eaux, le biovolume algal s'accroît rapidement en janvier-février, en général avec le développement des Chlorophycées (*Eudorina* et *Pandorina* principalement). Un minimum inter-

vient ensuite fin février, suivi par un maximum en avril-mai-juin. Juillet correspond à un minimum dû à la première crue annuelle. En août, la densité des algues s'accroît à nouveau avant l'arrivée de la crue principale (Fig. 11).

Du point de vue de la composition des biovolumes (Fig. 12), on assiste durant la période de crue, de septembre à fin novembre, à la dominance des Diatomées appartenant principalement aux genres *Melosira*, *Tabellaria*, *Synedra* et *Navicula*. En décembre et janvier, Euglénophytes, Pyrrophytes (*Cryptomonas* et *Peridinium* principalement) et Chlorophytes se multiplient et constituent l'essentiel de la biomasse jusqu'en août, sauf en avril où les Cyanophycées dominent durant une courte période avec les genres *Anabaena* et *Microcystis*.

En bref, les caractéristiques les plus marquantes du phytoplancton des cours d'eau qui constituent le bassin du Bandama sont la dominance des Diatomées durant la crue principale, la très courte période de développement des Cyanophycées (avril en général) et en dehors de ces deux époques, les proportions notables d'Euglénophytes et de Pyrrophytes.

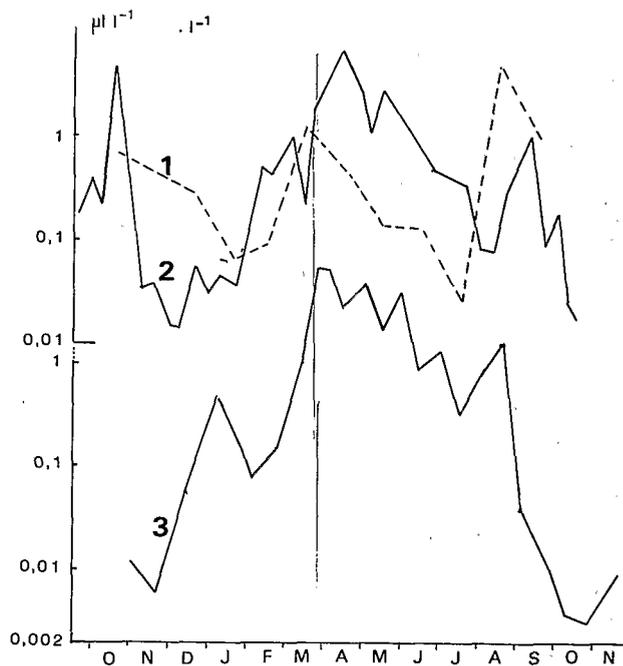


Fig. 11. Variations du biovolume algal du phytoplancton. 1: Bandama à hauteur de Niakaramandougou; 2: Bandama à Bada; 3: Marahoué en aval de Bouaflé.

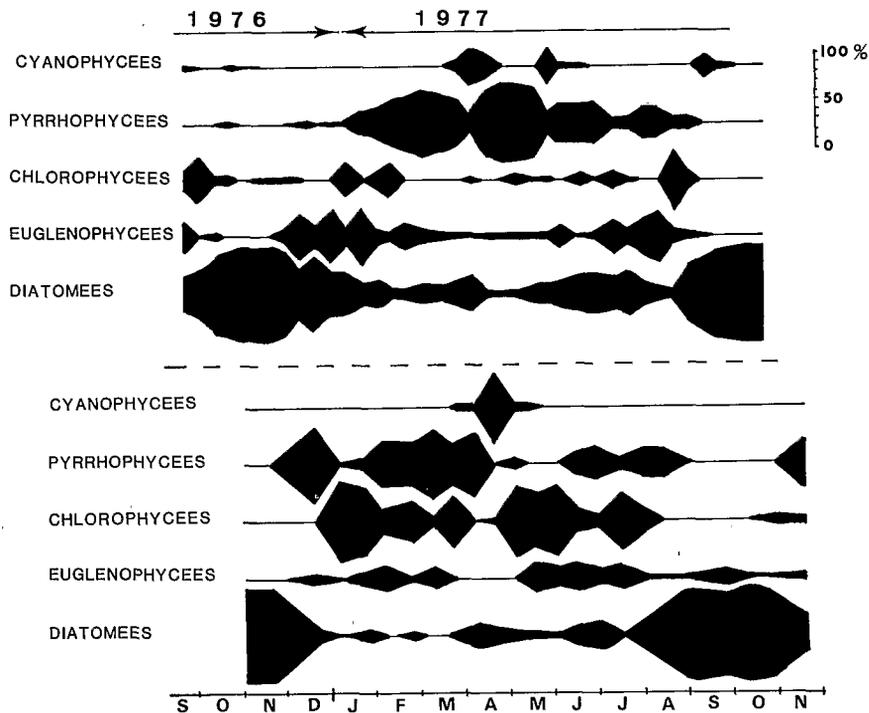


Fig. 12. Variations saisonnières (exprimées en pourcentages) des différents groupes d'algues constituant le biovolume algal du phytoplancton dans le Bandama à Bada (en haut) et dans le Marahoué en aval de Bouaflé (en bas).

Diversité spécifique

La diversité estimée d'après les valeurs de l'indice de Shannon, calculée d'après les biovolumes spécifiques, est en moyenne au cours de l'année de 1,7 bit dans le N'Zi à hauteur de Katiola, 1,9 à hauteur de Bouaké, de 2,0 dans le Bandama à hauteur de Niakaramandougou et Bada, et 1,8 dans le Marahoué vers Bouaflé. Les valeurs les plus basses (moins de 1 bit) se situent durant la grande crue, les valeurs les plus élevées (de l'ordre de 3 bits) se situent en général en mai-juin (Fig. 13).

3.1.2. Périphyton

Composition qualitative

Les groupes d'algues les mieux représentés sur les substrats artificiels mis en place dans le Bandama et le Marahoué sont les Diatomées, les Cyanophycées et les Rhodophycées. Chlorophycées et Euglenophycées sont aussi présentes, mais rarement en proportions importantes.

Dans les deux cours d'eau, les Diatomées constituent en biovolumes un pourcentage important

des peuplements durant les périodes de crue et les Cyanophycées des pourcentages élevés de décembre à avril. Les Rhodophycées sont pratiquement présentes toute l'année (Fig. 14).

Analyse quantitative

Le périphyton du Bandama vers Bada apparaît le plus riche avec des quantités moyennes de 38 millions de μm^3 d'algues par cm^2 sur des carreaux de faïence remplacés chaque mois et 10 millions sur des carreaux permanents. Dans le Marahoué vers Bouaflé, ces moyennes sont plus basses (9 et 3 millions). Au cours de l'année, janvier et février sont marqués par un net accroissement du volume du périphyton, le maximum de l'ordre de 300 millions de $\mu\text{m}^3 \cdot \text{cm}^{-2}$ étant atteint en mars (fin d'étiage). Ensuite, survient une période de déclin aboutissant à un minimum en mai et début juin, puis les biomasses croissent de nouveau jusqu'à un second maximum, début août, moins important qu'en mars. En septembre et octobre, durant la crue principale, le biovolume du périphyton devient très faible et atteint son minimum annuel. Après la crue, le

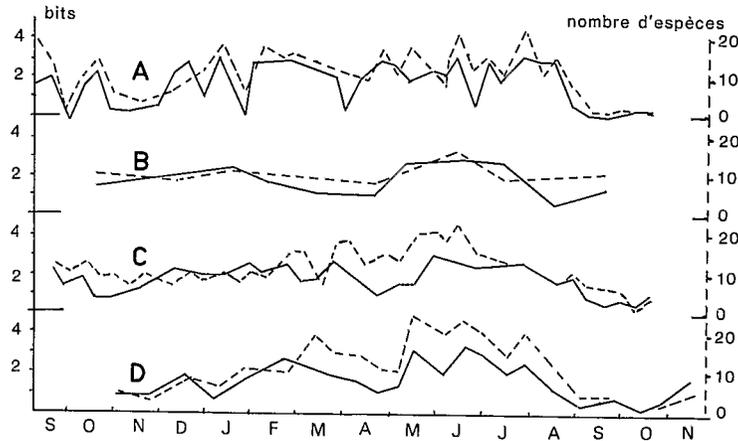


Fig. 13. Variations saisonnières pour le phytoplancton de l'indice de diversité spécifique (trait plein) et du nombre d'espèces représentant plus de 0,001% du biovolume algal de l'échantillon (tireté). A: N'Zi à hauteur de Bouaflé; B: Bandama à hauteur de Niakaramandougou; C: Bandama à Bada; D: Marahoué en aval de Bouaflé.

développement des algues reprend rapidement en novembre-décembre.

Diversité spécifique

La diversité estimée d'après l'indice de Shannon calculé sur des biovolumes spécifiques est en général faible; les moyennes annuelles se situent entre 1,4 et 2 bits. Des valeurs élevées sont observées en février-mars et en juin-juillet, des valeurs faibles en avril-mai et surtout en septembre-octobre durant la grande crue annuelle.

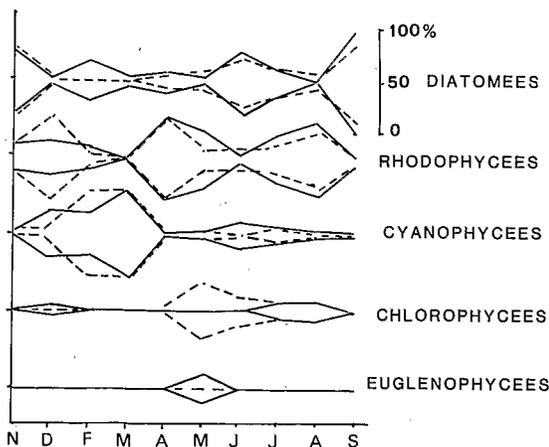


Fig. 14. Variations saisonnières relatives des différents groupes d'algues constituant le périphyton dans le Bandama à Bada. En trait plein, sur des supports renouvelés chaque mois; en tireté, sur des supports non renouvelés.

Signalons qu'une étude a été menée à la même latitude sur le périphyton présent dans la retenue du barrage d'Akosombo au Ghana par Obeng-Asamoah *et al.* (1980) et John *et al.* (1980).

3.1.3. Conclusions

Les différents cours d'eau de la Côte d'Ivoire centrale qui constituent le bassin du Bandama (N'Zi, Bandama Blanc et Marahoué) sont des milieux à faible inertie hydrologique sous la dépendance directe des conditions climatiques. Leurs peuplements d'algues, surtout ceux du rhéoplancton, sont continuellement modifiés en dehors des deux à trois mois d'étiage, par les apports dûs aux pluies et aux ruissellements. Aux deux périodes de crue, en juin et surtout en septembre-octobre, correspond un bouleversement complet du plancton et du périphyton.

A partir des biovolumes d'algues estimés à chacune des stations et des débits hydrologiques correspondants, il est possible d'estimer la biomasse phytoplanctonique dérivant dans le cours d'eau à ces stations. La dérive planctonique algale annuelle est ainsi en 1976-1977 de 70 tonnes dans le N'Zi à hauteur de Bouaké, 176 tonnes (poids frais) dans le Marahoué en aval de Bouaflé et dans le Bandama à Bada, à quelques kilomètres en amont de la retenue du barrage de Kossou (on a ainsi une estimation des apports annuels de plancton algal dans cette retenue). Les stations étudiées étant situées dans la

partie moyenne du cours, il apparaît difficile de déduire des valeurs obtenues les apports phytoplanctoniques globaux du Bandama au système lagunaire côtier et à la zone marine côtière. De plus, l'évolution du phytoplancton dans la retenue du barrage de Kossou n'est pas sans modifier le schéma des variations saisonnières observées dans le cours du Bandama Blanc. Il serait donc nécessaire de faire des estimations de dérive en un point beaucoup plus proche du débouché du Bandama dans la lagune.

3.2. Végétaux supérieurs

Aucune étude phytogéographique n'a été réalisée sur les peuplements de végétaux aquatiques du bassin du Bandama. Toutefois, les observations aériennes effectuées à plusieurs reprises sur la majeure partie du Bassin permettent quelques remarques.

La flore aquatique est en général peu abondante en dehors des retenues d'eau de petite dimension. Cependant, dans les zones de rapides, les blocs rocheux sont souvent recouverts d'un petit phanérogame: *Tristicha trifaria* (Podostémacées). Ce dernier se développe surtout durant l'étiage, de décembre à juin, et constitue un milieu extrêmement favorable à l'établissement d'une faune dense d'invertébrés.

Dans les zones calmes des cours d'eau, quelques espèces se développent de manière clairsemée: *Pistia stratiotes*, *Ceratophyllum demersum* (Haut et Bas Bandama, Bas N'Zi), *Vallisneria sp.* (Bas Bandama) et quelques *Potamogeton* (haut bassin du Bandama et de ses affluents). Les petites retenues sont souvent envahies par *Pistia stratiotes*, en association avec de vastes peuplements de *Nymphaea micrantha* auxquelles se substituent les *Ipomoea aquatica* en bordure des rivages. Dans les zones inondées en zone forestière, les Lemnacées et les Alismatacées se développent en abondance.

Dans les grandes retenues enfin, on observe des peuplements importants de *Pistia stratiotes* souvent localisés près de rivages. *Eichhornia crassipes* n'a jamais été observé jusqu'ici dans le bassin du Bandama.

4. Les peuplements d'invertébrés

4.1. Insectes aquatiques

Les insectes aquatiques, du fait de leur variété et

du rôle qu'ils jouent dans les écosystèmes lotiques, ont été bien étudiés dans le bassin du Bandama. Ils sont en effet sensibles aux épandages d'insecticides réalisés dans le cadre du programme de lutte contre l'onchocercose, et des observations régulières ont donc été effectuées de 1975 à 1981, pour évaluer l'impact de ces épandages sur la composition et la structure des peuplements entomologiques.

L'identification des espèces récoltées est souvent un problème difficile qui ne peut se résoudre rapidement en milieu tropical. C'est pourquoi un catalogue iconographique des insectes aquatiques de Côte d'Ivoire a été préparé (Dejoux *et al.* 1981). Les différentes espèces observées y sont figurées et codées, qu'elles soient identifiées ou non, permettant ainsi d'entamer des études écologiques ou biologiques, tout en attendant de compléter les déterminations.

4.1.1. Structure des peuplements

La plupart des grands groupes d'insectes aquatiques sont représentés dans la majeure partie du bassin. Les espèces rhéophiles sont, bien entendu, largement représentées, mais durant les périodes d'étiage qui durent parfois plusieurs mois il y a, surtout dans le nord du bassin, formation de milieux stagnants temporaires qui favorisent le développement d'espèces peu exigeantes vis-à-vis de l'oxygène. C'est aussi dans ce type de milieu que se développent de nombreux vecteurs d'endémies: insectes *Culex spp*, *Mansonia spp*, et mollusques *Biomphalaria* et *Bulinus*.

Des études détaillées portant sur la structure des peuplements ont été effectuées sur le Marahoué à une quinzaine de kilomètres avant son confluent avec le Bandama, ainsi que sur le N'Zi à la latitude de Katiola (Dejoux *et al.* 1981). En fonction de la vitesse du courant et du substrat, on peut distinguer trois grands ensembles de peuplements ou synusies (Fig. 15).

4.1.1.1. Les synusies des courants forts (>50 cm s⁻¹).

Synusie des dalles et rochers nus. Ces biotopes situés dans les zones de rapides, sont peu propices à l'établissement de peuplements diversifiés. En courant très violent (0,5 à 2 m s⁻¹), *Simulium damnosum* (S.d.) est l'espèce dominante. Lorsque cette espèce est éliminée par les traitements insecticides, elle peut être remplacée localement par *S. schoutedeni* (S.c.) ou *S. adersi* (S.a.). Les chironomides

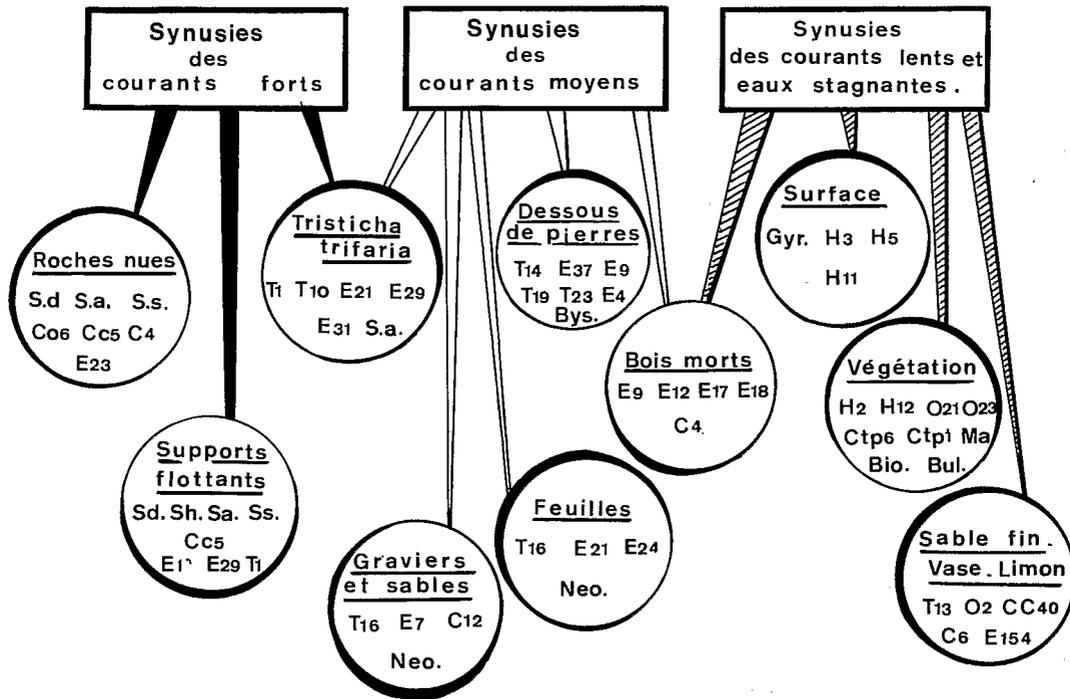


Fig. 15. Représentation schématique des principales synusies d'invertébrés caractéristiques du bassin du Bandama. La signification des codes et abréviations est donnée dans le texte.

Polypedium deletum (CC5) et *Orthocladus sp.* (CO6) sont également caractéristiques de ces biotopes, ainsi que deux Baetidae, *Centropilum sp.* (E23) et *Centroptiloides sp.* (E36) quand le courant ne dépasse pas 90 cm s^{-1} . Au niveau des cascades, il se crée un biotope semi-aquatique entre le rocher et la chute d'eau où l'on rencontre fréquemment en abondance un Elmidae, *Potamodytes marshalli* (C4).

Synusie des supports flottants (surtout végétation semi-aquatique ou terrestre des bordures).

C'est le biotope par excellence des Simuliidae, avec *S. damnosum* (S.d.) dans les grands cours d'eau, et *S. hargreavesi* (S.h.) dans les petits affluents. *Simulium adersi* (S.a.), *S. schoutedeni* (S.s.) ainsi que le Chironomide *Polypedium deletum* y sont également très fréquents et on trouvera parfois en abondance un Trichoptère *Cheumatopsyche falcifera* (T1) ainsi que deux Ephéméroptères: *Tricorythus sp.* (E1) et *Pseudocloeon sp.* (E29) ce dernier étant présent seulement dans les zones non traitées aux insecticides.

Synusie des rochers couverts de *Tristicha trifaria*.

Les rochers en zone de courant sont très souvent recouverts de ce petit phanérogame qui peut atteindre 8 à 10 cm de haut, et forme un tapis plus ou moins dense, très favorable au développement des invertébrés. Les espèces caractéristiques sont les Trichoptères *Cheumatopsyche falcifera* (T1) et *Cheumatopsyche digitata* (T10), les Ephéméroptères *Pseudocloeon spp.* (E21 et E29) et *Centroptilum sp.* (E31), les Diptères *S. adersi* (S.a.) et *Cricotopus quadrifasciatus* (CO2). Tipulidae et larves de Pyralidae sont également abondants dans ce biotope qui se rencontre aussi en zone de courant moyen (20 à 50 cm s^{-1}).

4.1.1.2. Synusies de courant moyen (20 à 50 cm s^{-1}).

Synusie des dessous de pierres.

La face inférieure des blocs et des pierres constitue un biotope particulier (obscurité, courant atténué, etc.) qui favorise le développement de certains taxons dont les Trichoptères *Orthotrichia sp.* (T14), *Ceraclea sp.* (T23) et *Leptocerus sp.* (T19) qui vivent dans les fourreaux et sont généralement peu mobiles. On y trouve également le petit Lamelli-

branche *Byssanodonta* (Bys) qui vit fixé aux rochers, et les Ephéméroptères *Adenophlebiodes* sp. (E9), *Centroptilum* sp. (E37) et *Diceromyzon* sp. (E4).

Synusie des graviers et sables grossiers.

Ces biotopes se rencontrent à l'aval des radiers, dans les zones à courant tourbillonnaire. On y rencontre généralement le Plécoptère *Neoperla spio* (NEO), le Trichoptère *Chimarra petri* (T16), l'Ephéméroptère *Choroterpes* sp. (E7) et le Coléoptère Elmidae (C12).

Synusie des accumulations de feuilles.

Les feuilles mortes dérivantes peuvent s'accumuler derrière les obstacles naturels dans les zones rapides. Elles constituent des biotopes particuliers hébergeant une faune dense. *Neoperla spio* (NEO) et *Chimarra petri* (T16) sont caractéristiques de ces milieux ainsi que les Ephéméroptères *Baetis* sp. (E24) et *Centroptilum* sp. (E21). Dans les zones calmes où les feuilles accumulées se décomposent lentement, le peuplement est différent et comprend diverses espèces de mollusques: *Byssanodonta* (BYS), *Gyraulus* (GYR) et *Biomphalaria* (BIO) ainsi que l'Ephéméroptère *Traululus* sp. (E8) et un petit Trichoptère du genre *Parasetodes* (T12).

4.1.1.3. Synusies de courant lent et des eaux stagnantes

Synusie des bois morts.

Ce biotope, qui peut être rencontré également dans les zones de courant plus fort, présente toujours une faune typique.

En zone d'eau courante, on rencontre deux espèces caractéristiques: l'Ephéméroptère *Elassoneuria* sp. (E18) et la larve d'un Coléoptère Elmidae, *Potamodytes marshalli* (C4). Dans les eaux stagnantes des milieux lacustres, l'espèce caractéristique est l'Ephéméroptère *Povilla adusta* (E17) alors que deux autres espèces sont rencontrées communément dans les eaux stagnantes fluviales: *Adenophlebiodes* sp. (E9) et *Notonurus* sp. (E12).

Synusie de surface des eaux.

C'est le domaine exclusif des Gyrinidae et des Hemiptères amphibicoryses: *Limnogonus chopardi* (H5), *Eurymetra* sp. (H11) et *Rhagovelia reitteri* (H3).

Synusie des végétaux aquatiques.

Les végétaux aquatiques immergés sont rares dans la partie fluviale du bassin du Bandama, à l'exception de quelques herbiers à *Ceratophyllum*

demersum, et de quelques *Pistia stratiotes* (surtout en aval des retenues artificielles). Cette végétation est par contre plus abondante dans les retenues, et elle héberge alors une faune dense comprenant surtout des Hemiptères: *Diplonychus* sp. (H2), *Macrocoris* sp. (H12), des larves d'Odonates, *Pantala flavescens* (O21) et *Pseudagrion wellani* (O23) et quelques chironomides: *Tanytus lacustris* (CTP6) et *Ablabesmyia pictipes* (CTP1). Les Culcides du genre *Mansonia* sont abondants dans les *Pistia* où ils puisent dans les racines l'oxygène nécessaire à leur respiration. On trouve également de nombreux mollusques gastéropodes dans ces végétaux, dont *Biomphalaria* (B10) et *Bulinus* (BUL).

Synusie des fonds meubles.

Les espèces caractéristiques de ce type de milieu varient selon la granulométrie et la nature du fond. Sur les fonds sableux à grains moyens à fins, on rencontre l'Odonate *Paragomphus hageni* (O2), le Chironomide *Tanytarsus* sp. (CTT1) et un Coléoptère Elmidae (C6). Sur les fonds sablo-limoneux, ce sont l'Ephéméroptère *Caenomedea* sp. (E154) et le mollusque *Caelatura* sp. (CAE). Enfin, sur fond vaseux, ce sont le Trichoptère *Dipseudopsis capensis* (T13) et le Chinonomidae *Polypedilum fuscipenne* (CC40).

Les différents biotopes définis ci-dessus sont les plus fréquents et ne constituent pas bien entendu une liste exhaustive de ceux que l'on est susceptible de rencontrer dans l'ensemble du bassin.

4.1.2. Zonation écologique du Bandama

Autant que nos connaissances actuelles concernant la systématique des invertébrés tropicaux le permettent, il ne semble pas y avoir d'invertébrés endémiques du bassin du Bandama et l'on y retrouve une dominante d'organismes ubiquistes à vaste répartition éthiopienne.

Comme dans le cas de l'ichtyofaune, l'absence de relief tout au long des cours des différentes rivières du bassin et la localisation des sources en zones semi-marécageuses non montagneuses, réduit fortement le nombre de zones écologiquement bien individualisées (Fig. 16).

On distingue schématiquement trois zones:

la première est constituée par les hauts cours des trois principales rivières (Bandama, Nzi et Marahoué) ainsi que par leurs petits affluents. Ce sont des biefs intermittents qui, dans la moitié nord du

bassin, s'assèchent de janvier à mai-juin; ils ne présentent, durant cette période, que quelques mares résiduelles, vite occupées par une faune d'eau stagnante (Coléoptères, Odonates, Hémiptères, Culicidae...). Les mollusques pulmonés du genre *Potadoma* sont un élément constant des peuplements de cette zone, tant à l'étiage que durant la crue.

La seconde zone, la plus importante en superfi-

cie, couvre la majorité du bassin jusqu'à la latitude de Tiassalé vers l'aval. Elle regroupe cette mosaïque de biotopes pour lesquels nous avons caractérisé les différentes synusies décrites ci-dessus. La faune y présente un caractère rhéophile dominant et on peut la qualifier de zone à *Hydropsychidae*.

La troisième zone enfin, située en aval de Tiassalé, subit légèrement l'influence marine, mais nous

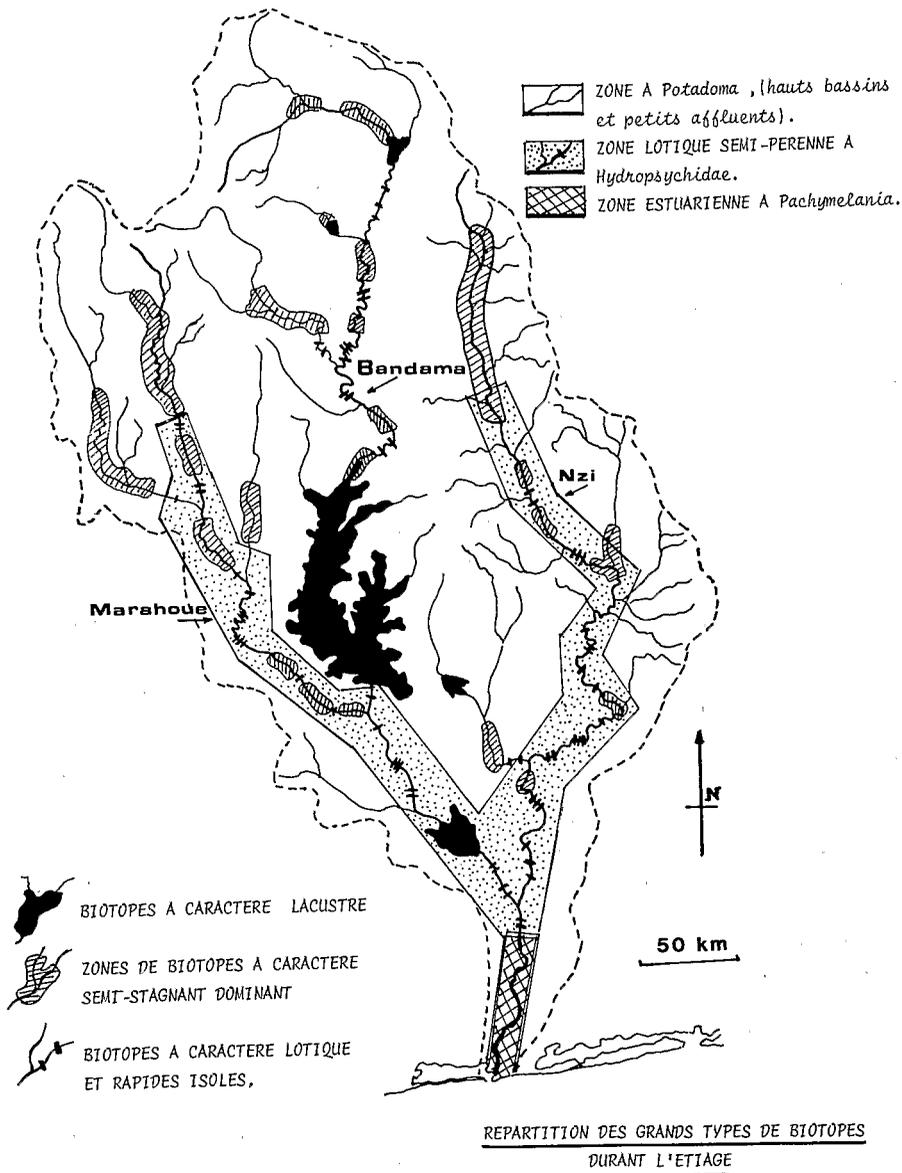


Fig. 16. Invertébrés: distribution schématique des grandes zones écologiques du bassin du Bandama et de la répartition des milieux lotiques, semi-stagnants et lacustres.

ne possédons que très peu d'informations précises sur la faune qui est, d'une manière générale, moins riche que dans les biefs supérieurs. Dans sa partie la plus au sud, l'influence maritime se caractérise par la présence d'abondants peuplements de *Pachymelania* (mollusque gastéropode).

4.1.3. Evolution saisonnière et interannuelle des peuplements

Quatre groupes d'insectes (Ephéméroptères, Trichoptères, Chironomidae et Simuliidae) constituent l'essentiel des peuplements entomologiques dans les biotopes d'eau courante. Les proportions relatives de ces différents groupes sont cependant très variables d'une année sur l'autre dans un même site et pour des conditions hydrologiques sensiblement identiques (Fig. 17) que ces rivières soient traitées ou non aux insecticides. Les densités les plus fortes

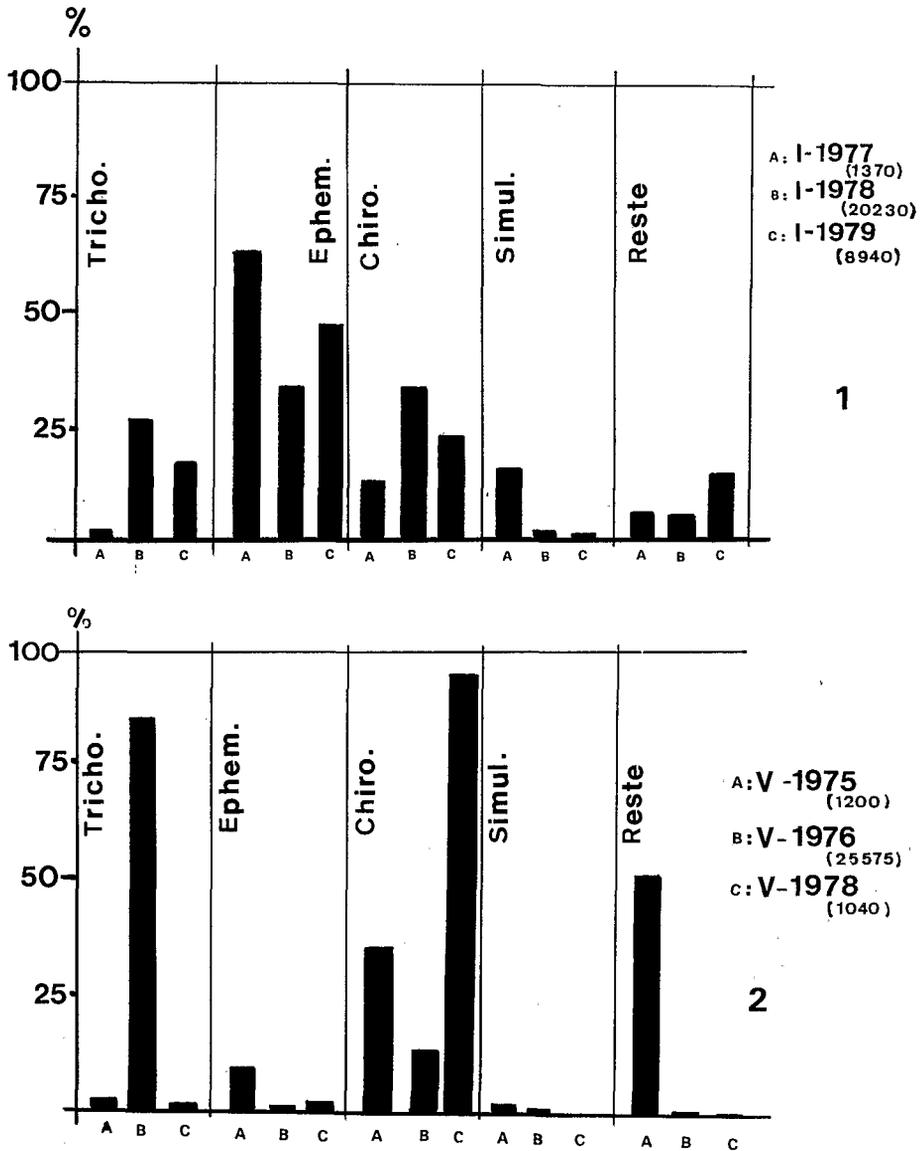


Fig. 17. Variations interannuelles des densités d'invertébrés peuplant la synusie des rochers dans le courant sur un site du Bandama (1) et sur un site du N'Zi (2). Les densités sont indiquées entre parenthèses; en abscisse: pourcentages relatifs des principaux groupes.

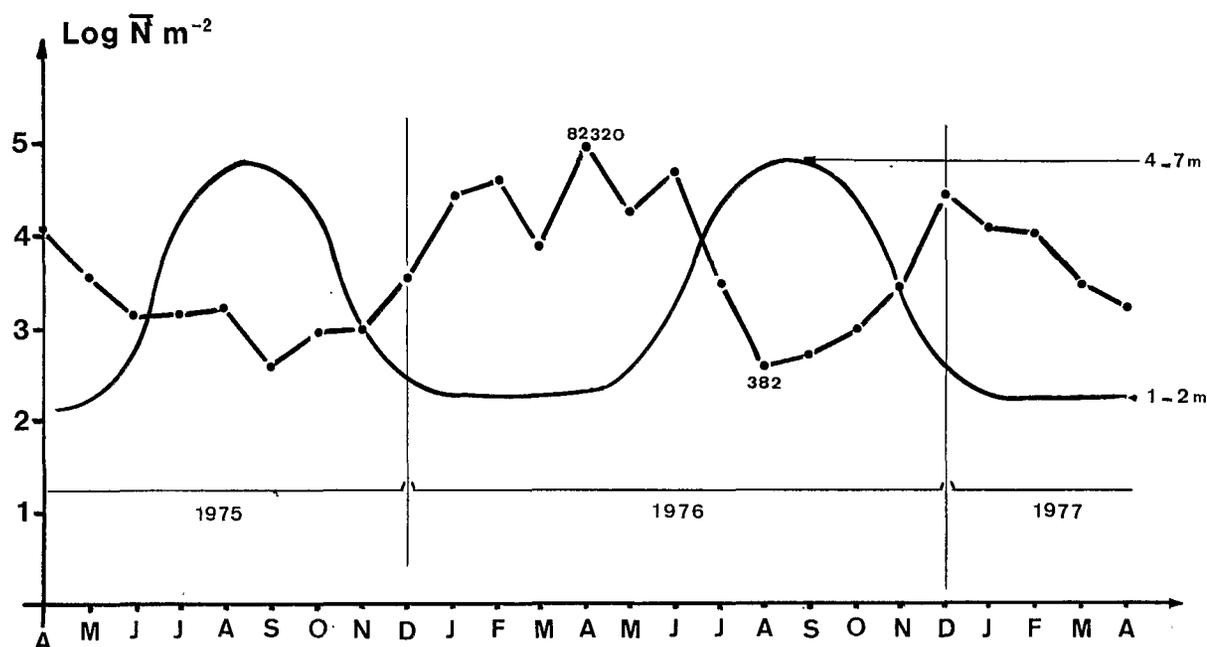


Fig. 18. Evolution saisonnière des densités d'invertébrés peuplant les rochers couverts de *Tristicha trifaria* sur un site du Marahoué, comparée au profil moyen des hauteurs d'eau de cette rivière.

sont observées durant l'étiage dans les biotopes rocheux recouverts de *Tristicha trifaria*. Là, les peuplements de 20 000 à 40 000 individus ne sont pas rares, avec des maximums de plus de 200 000 quand les jeunes stades sont abondants. C'est durant la crue (et seulement au début de la crue) que l'on rencontre les densités les plus faibles (Fig. 18) ne dépassant pas quelques centaines d'individus par mètre carré appartenant aux espèces pionnières de petite taille (Simuliidae, Chironomidae...).

Quelques observations ont été faites également sur les biefs d'eau semi-stagnante du N'Zi et du Bandama, durant l'étiage (Dejoux, non publié). Des valeurs comprises entre 10 et 50 individus par mètre carré ont été observées à la surface de rochers plus ou moins recouverts d'une mince couche de limon. Dans les vases ou sables limoneux profonds, les densités semblent légèrement plus élevées avec des extrêmes de l'ordre de 30 à 300 individus m^{-2} (Chironomides dominants). C'est seulement dans les sables de bordure, à faible profondeur, que des densités de 2 à 3 000 individus ont été trouvées, avec une dominance d'Oligochètes, Ceratopogonidae et larves d'Elmidae. De manière générale, dans les zones de courant moyen à fort durant l'étiage, il y a

donc concentration très nette des invertébrés que l'on peut opposer à la grande dispersion existant en saison des pluies quand l'oxygénation du milieu est plus homogène et la distribution de la nourriture plus régulière.

4.1.4. Biologie des espèces et dynamique des peuplements

La dynamique de quatre espèces de Trichoptères Hydropsychidae a été étudiée dans le N'Zi: *Cheumatopsyche falcipera*, *C. opiosa*, *C. digitata* et *Ethaloptera dispar* (Statzner 1981, 1982). Les densités observées dans une zone de rapides sont fonction de l'hydrologie et varient avec le débit. Lorsque ce dernier décroît, les individus se rassemblent dans les zones présentant un courant suffisant. Pendant la période d'étiage, des *Cheumatopsyche* sont capables de survivre à l'état larvaire, probablement dans les mares stagnantes. Ce n'est pas le cas pour *A. dispar* qui recolonise vraisemblablement les milieux temporairement asséchés à partir des populations ayant subsisté dans le sud du bassin.

On observe une période de reproduction accrue en début et en fin de crue chez les *Cheumatopsyche*

pour lesquels il n'y a probablement que 2 à 3 générations par an. La production annuelle de ces quatre espèces a été estimée à $20 \text{ g m}^{-2} \text{ a}^{-1}$ (poids sec) dans un bief du N'Zi, ce qui n'est pas particulièrement élevé si on la compare à celle observée en milieu tempéré (Statzner 1978, 1982).

Divers travaux ont porté également sur les stades larvaires de Simuliidae (Elouard 1978), ainsi que sur les périodes d'émergence de quelques espèces d'Ephéméroptères (Elouard & Forge 1978). Pour ces derniers, l'émergence (mise en évidence par la capture de sub-imagos) intervient généralement en début de nuit et les adultes qui ont une activité de vol très brève, ne sont capturés au piège lumineux que durant un laps de temps très court. Quelques espèces appartenant aux familles des Caenidae, des

Tricorythidae et des Leptophlebiidae sont par contre seulement capturées à l'aube.

4.2. Crustacés décapodes

Les pêches à l'électricité ont permis de capturer des crevettes d'eau douce en diverses localités du bassin du Bandama. Les collections ainsi réalisées ont fait l'objet d'une étude préliminaire (Corredor 1979) dont nous tirons quelques conclusions générales concernant la répartition des espèces (Fig. 19).

Les gros Atyidés (*Atya africana* et *A. gabonensis*) n'ont été récoltés que dans le cours inférieur sous influence estuarienne. C'est également dans cette zone qu'a été récoltée une série d'individus rapportée à *Macrobrachium chevalieri*.

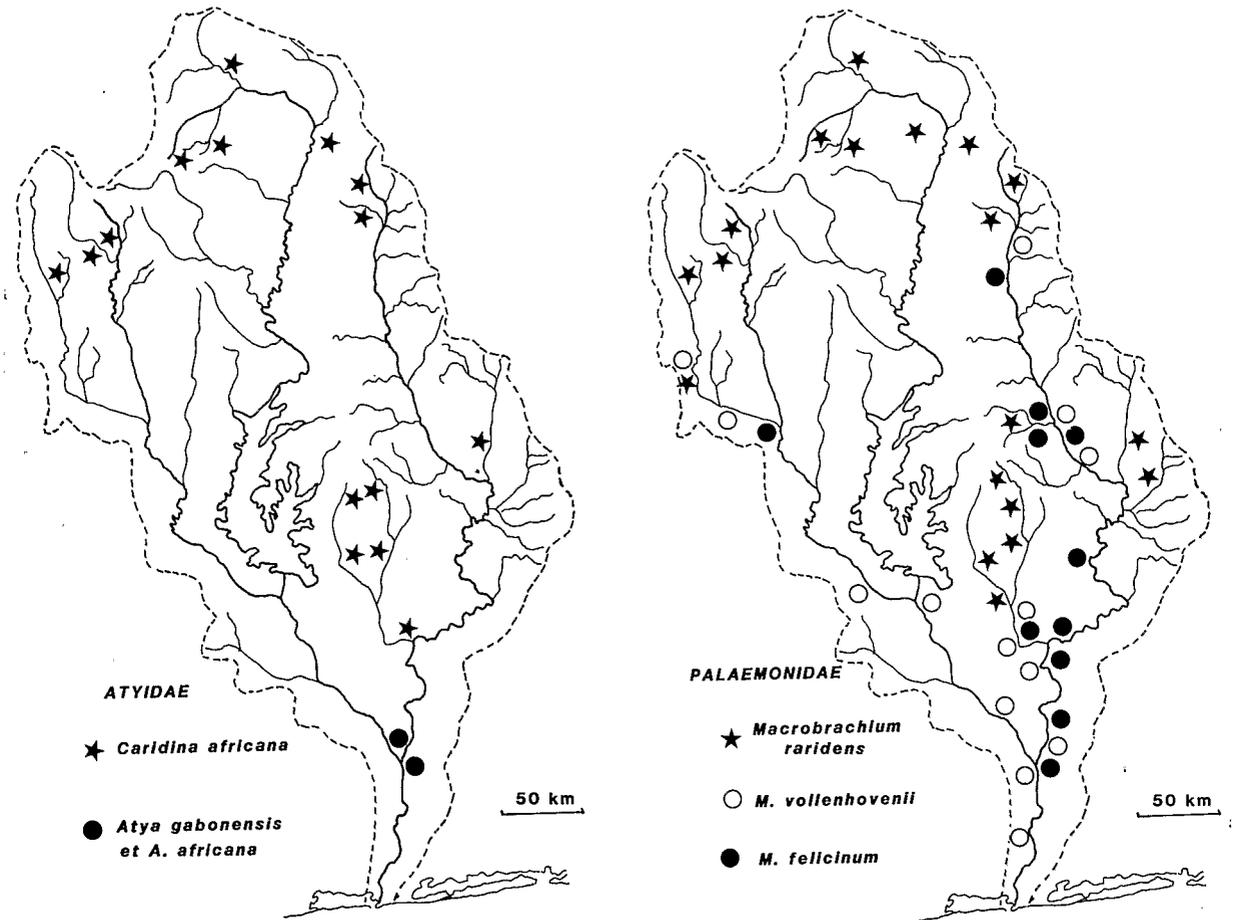


Fig. 19. Répartition des principales espèces de crevettes d'eau douce dans le bassin du Bandama.

Macrobrachium vollenhovenii se rencontre à la fois dans le cours inférieur et dans le cours moyen des fleuves. Des mâles ont été observés très en amont dans le N'Zi et le Marahoué, mais les captures de femelles ovigères sont plutôt localisées vers l'aval des fleuves.

Cette espèce est réputée effectuer des migrations de reproduction en eau saumâtre. Une preuve pourrait en être donnée par le fait qu'elle est complètement absente dans le Bandama en amont du barrage de Kossou où elle existait autrefois, d'après les renseignements obtenus auprès des pêcheurs. Des témoins oculaires nous ont également affirmé que peu après la fermeture du barrage en 1971, il y a eu une importante concentration de *M. vollenhovenii*, juste en amont du barrage qui a donné lieu à une pêche intense. Par la suite, cette espèce a disparu.

Macrobrachium felicinum paraît avoir la même répartition que *M. vollenhovenii*. Cette espèce est également absente dans le nord Bandama en amont de Kossou et pourrait avoir le même comportement reproducteur que la précédente.

Macrobrachium varidens n'a été capturé que dans le cours supérieur des rivières, ainsi que dans les petits affluents. L'espèce n'a jamais été observée dans le cours moyen. Il en est de même pour *Caridina africana* (Atyidae).

Il est particulièrement intéressant de noter que la répartition des crevettes d'eau douce dans le bassin du Bandama suit très sensiblement le schéma de zonation proposé pour les poissons. Il est donc vraisemblable que chacune des zones correspond à un type de biotope particulier.

5. Peuplements ichthyologiques

Plus de 80 espèces de poissons ont été récoltées dans le bassin du Bandama (Albaret *et al.* 1978; Daget & Iltis 1965; Lévêque *et al.* 1977; de Mérona *et al.* 1978; Paugy & Lévêque 1977). La capacité théorique pour l'ensemble du bassin avait été estimée par Daget et Iltis (1961) à 88 espèces, dont 69 seulement avaient été identifiées à cette époque.

Sur le plan biogéographique, la faune ichthyologique du Bandama peut être considérée comme une faune de transition entre la faune soudanienne (bassins du Niger, du Sénégal, du Tchad) et la faune guinéenne des zones forestières bordant la côte Atlantique.

5.1. Zonation ichthyologique du Bandama (Fig. 20)

L'étude de la composition des peuplements ichthyologiques du Bandama (de Mérona 1981) a montré qu'une grande partie du cours présentait un peuplement relativement homogène caractérisé par la dominance de trois espèces d'*Alestes* (*A. baremoze*, *A. nurse*, *A. macrolepidotus*) dans les biotopes profonds, et par celle de *Labeo parvus* dans les radiers. En amont de cette zone encore appelée cours moyen, on distingue un cours supérieur caractérisé notamment par la présence d'*Alestes longipinnis*, *Hepsetus odoe* et *Schilbe mystus* et une zone de sources qui correspond en fait à des ruisseaux étroits, parfois temporaires, peuplés essentiellement de petites espèces (*Barbus*, Cyprinodontidae, petits Characidae). En aval, le cours inférieur qui s'étend de l'embouchure jusqu'au confluent avec le N'Zi, correspond à la zone sous influence marine où l'on rencontre des espèces estuariennes.

Le même schéma de zonation a été observé dans les affluents principaux (N'Zi, Marahoué), alors que les affluents secondaires possèdent généralement des peuplements comparables à ceux du cours supérieur ou de la zone des sources.

L'existence d'un cours moyen très important présentant un peuplement homogène a également été signalée dans la rivière Ogun, Nigéria, (Sydenham 1978). Cette situation résulte probablement du fait que ces rivières ont une pente faible sur la majeure partie de leur cours et que ce facteur ne joue pas un rôle aussi important que dans d'autres régions où des zonations beaucoup plus nettes ont été constatées. C'est le cas pour l'Afrique d'une rivière du bassin du Zaïre (Malaisse 1976), du Zambèze (Ballon 1976), des rivières d'Afrique du Sud (Harrison 1965).

Les observations de terrain nous ont permis de constater que certaines espèces n'étaient récoltées que dans le cours supérieur et dans le cours inférieur. C'est le cas pour *A. longipinnis* qui disparaît dans le cours moyen où il est remplacé par trois autres espèces d'*Alestes*, et pour *Hepsetus odoe*, remplacé par *Hydrocynus forskalii*. *Synodontis schall* est présent sur toute la longueur du cours mais paraît plus abondant également dans les cours supérieur et inférieur.

A cette zonation des peuplements correspondent plus ou moins également des modifications dans la composition spécifique. L'indice soudano-guinéen

| ZONATION | MILIEU | ESPECES CARACTERISTIQUES |
|--------------------|---|--|
| Zone de sources | ruisseaux ou mares | petits <i>BARBUS</i> CHARACIDAE nains CYPRINODONTIDAE <i>NEOLEBIAS SP</i> |
| Cours supérieur | petites vasques | <i>ALESTES LONGIPINNIS</i> <i>HEPSETUS ODOE</i> <i>SCHILBE MYSTUS</i> <i>SYNODONTIS SCHALL</i> |
| Cours moyen | alternance de vasques et de radiers | eaux profondes <i>ALESTES BAREMOZE</i> <i>ALESTES NURSE</i> <i>ALESTES MACROLEPIDOTUS</i> <i>HYDROCYNUS FORSKALII</i> <i>EUTROPIUS MENTALIS</i> |
| | | eaux peu profondes <i>LABEO PARVUS</i> <i>MASTACEMBELUS NIGROMARGINATUS</i> <i>NANNOCHARAX SP</i> <i>ALESTES IMBERI</i> <i>TILAPIA SPP</i> |
| Cours inférieur | grandes vasques | espèces continentales <i>ALESTES LONGIPINNIS</i> <i>HEPSETUS ODOE</i> <i>SCHILBE MYSTUS</i> <i>SYNODONTIS SCHALL</i> |
| | gradient de salinité | espèces estuariennes <i>ELOPS LACERTA</i> <i>GOBIUS GUINEENSIS</i> |

Fig. 20. Schéma de la zonation longitudinale des poissons dans le bassin du Bandama (d'après de Mérona, 1981).

défini par Daget et Iltis (1965) comme le rapport du nombre d'espèces soudanaises sur le nombre d'espèces guinéennes, est en effet supérieur à 1 dans le cours supérieur du Bandama, compris entre 1 et 0,5 dans le cours moyen, et proche de 0 dans le cours inférieur (Fig. 21), (de Mérona 1981). Cet indice permet de distinguer trois régions biogéographiques: la région soudanaise, la région guinéenne occidentale (secteur éburnéo-ghanéen) et la région sublittorale (Daget et Iltis, 1965).

5.2. Evolution saisonnière et interannuelle des peuplements

Quatre stations ont été échantillonnées régulièrement au filet maillant dans le bassin du Bandama, dans le cadre du programme de surveillance des milieux aquatiques soumis à des épandages d'insecticides: une sur le N'Zi (Dabakala), une sur le Marahoué (Mankono) et deux sur le Bandama en amont de Kossou (Niakaramandougou et Maraba-

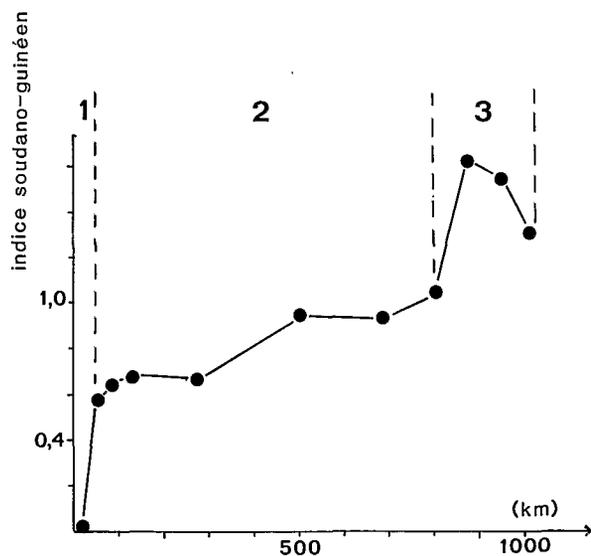


Fig. 21. Evolution de l'indice soudano-guinéen en fonction de la distance à l'embouchure dans le Bandama (d'après de Mérona, 1981).

diassa). L'objectif était de suivre l'évolution des captures expérimentales, du point de vue des prises par unité d'effort et de la composition spécifique. Une batterie standard de filets maillants multifilaments a été utilisée pour l'échantillonnage (mailles de 12,5/15/17,5/20/22,5/25/30 et 40 mm).

Captures totales (Fig. 22)

Les captures expérimentales suivent une évolution saisonnière, avec un minimum durant la crue. Il s'agit là en fait d'un phénomène lié à l'utilisation des F.M. En effet, l'échantillonnage ne s'effectue pas dans les mêmes conditions durant l'étiage au cours duquel les filets peuvent alors être posés dans le lit du fleuve, que pendant la crue, lorsque la vitesse du courant charriant des débris (branches, feuilles mortes) limite l'utilisation des filets aux zones plus calmes et aux bordures.

Dans l'ensemble des stations échantillonnées sur le Bandama, l'ordre de grandeur des captures totales avec la batterie standard utilisée est de 2 kg 100 m⁻² nuit⁻¹. Ces résultats peuvent être comparés à ceux que nous avons obtenus avec les mêmes moyens d'échantillonnage dans d'autres rivières de Côte d'Ivoire et d'Afrique de l'ouest (données non publiées) Sassandra (0,8), Cavally (0,5 à 1,5), Nipoué (1,2 à 2,4), Gambie (entre 2 et 3), Haut Niger

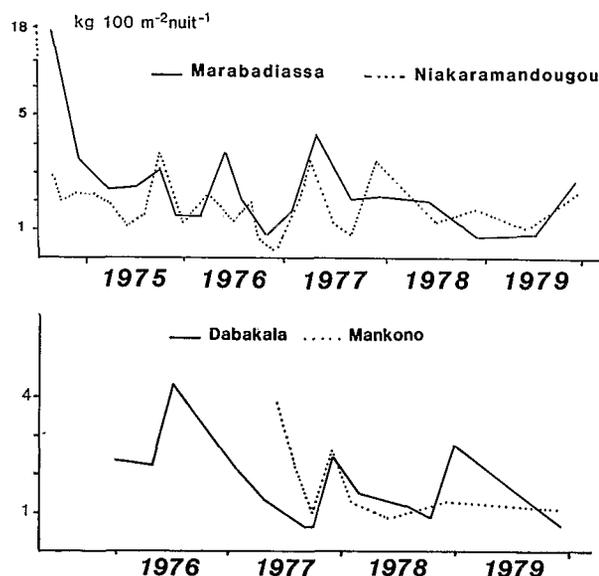


Fig. 22. Prise par unité d'effort (en poids) dans différentes stations du bassin du Bandama entre 1974 et 1979. (p.u.e. moyenne pour l'ensemble de la batterie de filets maillants utilisée).

(1,4 à 1,7), Tomine (1,3), Koumba (1,5), Kolenté (3,5).

En ce qui concerne les variations interannuelles, on note une diminution importante des captures totales dans le N'Zi à Dabakala (fin 1976 et début 1977), et dans une moindre mesure à Niakaramandougou, fin 1976, qui pourrait être la conséquence des crues déficitaires sur l'ensemble du bassin en 1976 (Fig. 6). En effet, beaucoup d'espèces se reproduisent durant la crue, l'inondation du lit majeur étant alors favorable à la survie des alevins qui peuvent y trouver des abris vis-à-vis des prédateurs. En outre, l'ensemble du peuplement ichthyologique dispose également d'une nourriture plus abondante dans les zones inondées.

Lors des années hydrologiquement déficitaires, les conditions de survie sont plus sévères et le recrutement des jeunes est moins important. Ce phénomène a été également observé par Dansoko *et al.* (1976), qui ont pu montrer que la diminution des captures d'*Hydrocynus brevis* et *H. forskalii* dans le Delta Central du Niger en 1972 et 1973 était le résultat des crues déficitaires.

Captures spécifiques (Fig. 23)

Elles sont également susceptibles de varier au

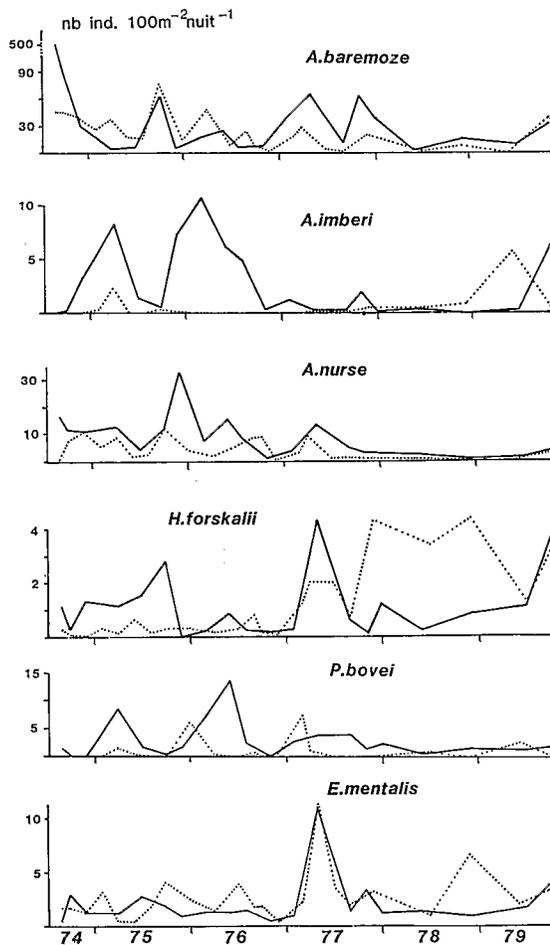


Fig. 23. Evolution de prises par unité d'effort (p.u.e.) de 1974 à 1979 pour les principales espèces capturées dans le Bandama (nombre d'individus, moyenne pour l'ensemble de la batterie de filets maillants utilisée).

cours d'un cycle saisonnier pour deux raisons principales: utilisation différente des engins d'échantillonnage durant la crue (cf. plus haut); migrations anadromes de reproduction de certaines espèces. Mais les observations portant sur plusieurs années ont montré également qu'il pouvait y avoir des variations interannuelles importantes liées probablement en partie, elles aussi, à l'hydrologie. Ainsi les *Alestes imberi* et les *Alestes nurse*, abondants en 1975-1976 à Marabadiassa, se raréfient en 1977-1978. Inversement, *Hydrocynus forskalii*, peu abondant en 1975-1976 à Niakaramandougou, se développe à partir de 1977. Certaines espèces paraissent avoir des stocks relativement stables tout

au long de la période d'observation (*Alestes baremoze*, *Petrocephalus bovei*, par exemple) avec parfois cependant des périodes de plus grande abondance (cas d'*Eutropius mentalis* en 1977).

5.3. Biologie des espèces (Tableau 1)

Planquette et Lemasson (1975) ont effectué une étude générale sur la biologie des poissons sur le site de l'actuel lac de barrage de Kossou, avant sa fermeture. Depuis, plusieurs espèces ont fait l'objet d'études plus précises: *Alestes baremoze* (Paugy 1978), *Alestes nurse* (Paugy 1980), *Alestes imberi* (Paugy 1980), *Alestes macrolepidotus* (Paugy 1982), *Alestes longipinnis* (Paugy 1982), *Petrocephalus bovei* (De Merona 1980), *Schilbe mystus* (Lévêque & Herbinet 1980), *Eutropius mentalis* (Lévêque & Herbinet 1982). En outre, une étude plus détaillée sur la fécondité des principales espèces a été publiée par Albaret (1982).

Parmi les espèces de grande taille susceptibles d'être capturées au filet maillant, beaucoup ont une période de reproduction limitée à quelques mois durant la crue, plusieurs d'entre elles effectuent alors des migrations anadromes de reproduction (*Alestes baremoze* et *Eutropius mentalis* notamment). Quelques espèces se reproduisent par contre durant toute l'année (*Alestes imberi*, *Alestes macrolepidotus*, certains Cichlidae).

La fécondité est élevée (plus de 150 000 oeufs par kg de femelle) chez les Characidae, les Cyprinidae et les Schilbeidae qui constituent l'essentiel des captures au filet maillant. Les oeufs, de petit diamètre, sont en général libérés massivement dans le milieu aquatique. Chez d'autres espèces (*Mastacembelus nigromarginatus*, *Polypterus endlicheri*, *Papyrocranus afer*), les oeufs sont au contraire très gros et peu nombreux. Il est admis généralement que ces espèces apportent plus de soin que les précédentes à leurs pontes.

Les régimes alimentaires ont été étudiés par Planquette et Lemasson (1975), Vidy (1976) et de Mérona (non publié). Dans les radiers, *Labeo parvus*, qui est souvent l'espèce la plus abondante, est un brouteur (épiphytes ou dépôt de fond). Les autres espèces se nourrissent surtout d'invertébrés benthiques (larves d'insectes essentiellement).

Dans les milieux plus profonds, les régimes sont plus diversifiés. On y rencontre des prédateurs ichthyophages (*Lates*, *Hydrocynus*, Clariidae, *Hepse-*

Tableau 1. Eléments de la biologie des principales espèces de poissons observées dans le bassin du Bandama.

| Espèces | Période de reproduction | | | | | | | | | | | | Fécondité relative: Nombre d'oeufs Kg de femelles | Régime alimentaire |
|---------------------------------|-------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | |
| <i>Petrocephalus bovei</i> | | | | | | | | | | | | | 91 000 | larves d'insectes aquatiques |
| <i>Marcusenius bruyerei</i> | | | | | | | | | | | | | 52 000 | invertébrés aquatiques (larves de chironomides) |
| <i>Marcusenius funcidens</i> | | | | | | | | | | | | | 39 000 | invertébrés aquatiques (larves de chironomides) |
| <i>Hepsetus odoc</i> | | | | | | | | | | | | | 18 000 | ichtyophage |
| <i>Hydrocynus forskalii</i> | | | | | | | | | | | | | 127 000 | poissons - crevettes |
| <i>Alestes macrolepidotus</i> | | | | | | | | | | | | | 182 000 | invertébrés aquatiques et terrestres-végétaux |
| <i>Alestes baremoze</i> | | | | | | | | | | | | | 224 000 | invertébrés aquatiques et terrestres |
| <i>Alestes imberi</i> | | | | | | | | | | | | | 251 000 | invertébrés aquatiques (larves d'insectes) |
| <i>Alestes nurse</i> | | | | | | | | | | | | | 339 000 | invertébrés terrestres et aquatiques |
| <i>Labeo senegalensis</i> | | | | | | | | | | | | | 182 000 | epiphytes - dept de fond |
| <i>Labeo coubie</i> | | | | | | | | | | | | | 122 000 | epiphytes - dept de fond |
| <i>Labeo parvus</i> | | | | | | | | | | | | | 347 000 | epiphytes - dept de fond |
| <i>Chrysichthys velifer</i> | | | | | | | | | | | | | 20 000 | invertébrés aquatiques (larves d'insectes) |
| <i>Schilbe mystus</i> | | | | | | | | | | | | | 228 000 | insectes terrestres et aquatiques |
| <i>Eutropius mentalis</i> | | | | | | | | | | | | | 217 000 | invertébrés terrestres et aquatiques-végétaux |
| <i>Synodontis schall</i> | | | | | | | | | | | | | 157 000 | invertébrés aquatiques (larves d'insectes) |
| <i>Hemichromis fasciatus</i> | | | | | | | | | | | | | 30 000 | |
| <i>Pelmatochromis guentheri</i> | | | | | | | | | | | | | 8 000 | |
| <i>Tilapia zillii</i> | | | | | | | | | | | | | 39 000 | végétaux |
| <i>Polypterus endlicheri</i> | | | | | | | | | | | | | 15 000 | |

us), des mangeurs de végétaux (*Tilapia*, *Labeo*, *Distichodus*, *Citharinus*), et des benthophages (*Synodontis*, *Chrysichthys*). Les espèces qui constituent l'essentiel des captures au filet maillant (*Alestes* spp., *Schilbe*, *Eutropius*) se nourrissent presque exclusivement d'insectes aquatiques ou terrestres. La part de ces derniers est loin d'être négligeable dans les régimes alimentaires.

5.4. Biomasses

Deux séries de pêches aux ichtyotoxiques ont été réalisées de part et d'autre du site du barrage de Kossou, juste avant le remplissage de la retenue (Daget *et al.* 1973). En amont (Kossou), la biomasse estimée à 125 kg ha⁻¹ en janvier, diminue pendant la période d'étiage pour atteindre 60 kg ha⁻¹ en mai. En aval (Lamto), la biomasse était un peu plus

élevée (177 kg ha⁻¹ en mai). A Kossou, 43% de la biomasse était représentée par trois espèces: *A. macrolepidotus* (19%), *Labeo coubie* (16%), *Polypterus endlicheri* (8%), alors que *Labeo coubie* (49%) était largement dominant à Lamto.

Daget *et al.* (1973) ont également constaté qu'une partie des poissons émigre en saison sèche dans les bras secondaires où les conditions de vie seraient moins précaires. Les biomasses sont en effet estimées à 305 kg ha⁻¹ en mai dans ces biotopes (44% de *Tilapia zillii*, 15% d'*A. macrolepidotus* et 6% de *Labeo coubie*).

Un autre échantillonnage réalisé dans le N'Zi à hauteur de Dabakala en saison sèche (Lèvéque, non publié) a permis d'estimer la biomasse à 102 kg ha⁻¹ (32% de *Labeo* spp., 13% de Mormyridae, 12% de Cichlidae, 11% de Characidae).

Daget et Iltis (1965) signalent par ailleurs qu'une

portion de cours de 650 m a été mise à sec sur le Marahoué en 1962 aux environs de la route Bouaké-Séguéla. Ici aussi, la biomasse estimée était de l'ordre de 100 kg ha^{-1} , dont 30% d'*Alestes spp.*, 27% de *Labeo spp.*, 16% de Mormyridae, et 5% de prédateurs ichtyophages.

5.5. Activités de pêche

La pêche est pratiquée surtout par des pêcheurs occasionnels (habitants des villages proches du fleuve) et par des pêcheurs professionnels itinérants. Les engins les plus fréquemment utilisés sont l'épervier, le filet maillant et les lignes. Dans certains cas, des pêches au poison sont pratiquées avec la plante ichtyotoxique *Tephrosia vogeli* (Elouard *et al.* 1982). Il est donc difficile d'estimer l'effort de pêche et la quantité de poissons capturée, étant donné la très grande dispersion des activités de pêche. Planquette et Lemasson (1975) ont cependant estimé le rendement entre 5 et 10 kg ha^{-1} dans un bief du Bandama avant la fermeture du barrage de Kossou.

6. Impact des activités humaines

Le bassin du Bandama est une zone où les activités humaines ont un impact croissant sur le milieu naturel. Ces activités peuvent être regroupées dans deux grands thèmes: aménagements hydrauliques et pollutions par pesticides.

6.1. Aménagements hydrauliques

Au cours des dix dernières années, de nombreux réservoirs ont été construits sur le cours du Bandama, modifiant assez profondément l'hydrologie du système. Dans le sud, le barrage de Kossou (800 km^2), fermé en 1971, et le barrage de Taabo, fermé en 1981, sont essentiellement à usage hydroélectrique. Dans le nord et plus particulièrement sur les petits affluents du Bandama de la région de Korhogo, de nombreux petits barrages ont été construits pour l'irrigation (riziculture) en saison sèche.

Seul le lac de Kossou a fait l'objet d'études limnologiques: Traoré (1979), Kouassi (1974, 1978, 1979).

L'impact de ces barrages sur les peuplements algaux et d'invertébrés du fleuve n'est guère connu. On sait par contre que la fermeture de Kossou a

provoqué la disparition dans la partie amont de *Macrobrachium vollenhovenii* et de *Macrobrachium felicinum*, et l'on peut par conséquent prévoir que ces crustacés disparaîtront également du Marahoué, avec la fermeture du barrage de Taabo.

L'évolution des peuplements ichtyologiques du lac de Kossou a suivi le schéma habituellement observé pour les lacs de barrage africains (Kouassi 1979) avec la disparition de certaines espèces appartenant aux familles des Bagridae, Citharinidae, Mochokidae et Mormyridae, et l'expansion au contraire d'autres espèces appartenant aux Characidae et Centropomidae. On a vu notamment *Labeo coubie* disparaître de la plus grande partie du lac (Kouassi 1974), alors que les *Alestes baremoze* se sont bien développés (Kouassi 1978). Cette dernière espèce effectue des migrations de reproduction vers l'amont durant la crue, et l'impact de son développement n'a probablement pas été négligeable sur les peuplements du système fluvial, au nord de Kossou.

On rappellera également que *Sarotherodon niloticus* et *Heterotis niloticus* qui n'existaient pas dans le bassin du Bandama ont été introduits dans le lac de Kossou ainsi que dans le barrage du Kan près de Bouaké.

Ces deux espèces se sont bien développées dans les milieux lacustres et commencent à être observées sporadiquement dans le système fluvial.

La construction de ces réservoirs est sans aucun doute bénéfique pour la pêche et les activités agricoles. Cependant, ce sont également des milieux d'élection pour les mollusques, hôtes intermédiaires de la bilharziose, et cette parasitose est actuellement en train de se répandre rapidement parmi les populations riveraines (Boppe 1979).

6.2. Pollutions par insecticides

De grandes quantités d'insecticides d'origines diverses sont utilisées chaque année sur l'ensemble du bassin du Bandama. On ne connaît pas l'impact des pesticides employés en agriculture, qui atteignent les cours d'eau par lessivage et ruissellement, mais il n'est probablement pas négligeable compte tenu du développement des activités agricoles industrielles dans le bassin et de leur diversité (canne à sucre, ananas, banane, palmier à huile, etc.).

Des études approfondies ont, par contre, été menées sur l'impact des insecticides utilisés pour la campagne de lutte contre l'onchocercose effectuée

par l'Organisation Mondiale de la Santé. Des déversements hebdomadaires d'Abate ou téméphos (organophosphoré) ont été réalisés de 1974 à 1979 dans le Bandama en aval de Kossou, ainsi que dans le N'Zi en amont de Fétékro. De mars 1979 à janvier 1981, les traitements durent être étendus à l'ensemble du Marahoué ainsi qu'au sud du bassin du Bandama jusqu'à la hauteur de Tiassalé, afin de contrôler les populations larvaires de *Simulium damnosum* (vecteur de l'onchocercose humaine) dont les adultes étaient à l'origine d'une forte réinvasion de la partie sud-ouest de la zone traitée.

Enfin, depuis mai 1981 et pour combattre une résistance au téméphos apparue chez deux cytotypes de *S. damnosum* (*soubrense* et *sanctipauli*), deux insecticides sont employés alternativement: le chlorphoxim durant la saison des pluies et le *Bacillus thuringiensis israelensis*, sérotype H 14, durant la saison sèche.

Les insecticides utilisés en campagne de traitement ont fait l'objet d'études préliminaires pour évaluer leur impact sur la faune non cible. Des tests ont été réalisés expérimentalement et utilisant un dispositif de gouttières in situ (Troubat 1981), ou sur des biefs limités de rivières.

En outre, un programme de surveillance des milieux aquatiques a été mis sur pied afin de déterminer l'impact à long terme des épandages. Plusieurs sites du bassin du Bandama ont donc fait l'objet d'observations régulières depuis 1975, qui se poursuivent actuellement.

Le téméphos provoque une très forte augmentation de la dérive des invertébrés peu après le passage de l'insecticide. L'effet toxique s'atténue ensuite rapidement et devient négligeable après 24 h (Dejoux & Elouard 1977). Certains groupes sont plus sensibles que d'autres: Ephéméroptères (Baetidae et Caenidae en particulier), Trichoptères du genre *Macronema* et chironomides. Sur les milieux vierges, les premiers traitements sont assez toxiques et peuvent entraîner une mortalité de 50% des invertébrés (Dejoux 1978; Elouard & Troubat 1979). En revanche, dans les milieux traités régulièrement, l'insecticide ne provoque qu'un faible décrochement de la faune non-cible. On peut considérer que 100% de la faune dérivant pendant les cinq premières heures suivant un traitement est morte ou meurt rapidement. Pendant les cinq heures suivantes, 20 à 25% des organismes ont quelques chances de survivre s'ils rencontrent un milieu favorable. Après

24 heures, la mortalité est faible et les conditions sont redevenues normales 48 heures après le passage de l'insecticide (Dejoux 1977).

A long terme, après six ans d'observations, on a pu constater que le téméphos avait effectivement une action sur les peuplements d'invertébrés, mais que cette action restait limitée et ne mettait pas en danger l'équilibre écologique du système (Dejoux *et al.* 1980).

Le chlorphoxim est plus toxique que le téméphos, à la fois dans ses effets immédiats et à long terme. Il affecte plus particulièrement les Trichoptères Hydropsychidae au niveau des rapides (Dejoux *et al.* 1981, 1982). Le B.T H14 est, quant à lui, plus sélectif, et ne paraît affecter fortement que les Simuliidae (Gibon *et al.* 1980). Si l'on néglige une légère toxicité vis-à-vis des larves de Chironomides, il serait donc peu toxique pour la faune non-cible (Dejoux 1979; Yameogo 1980).

En ce qui concerne les peuplements ichthyologiques, aucun effet du téméphos n'a pu être mis en évidence dans les rivières traitées après six ans d'observations (Lévêque *et al.* 1983). De même, il n'apparaît pas d'effet toxique notable à court terme du chlorphoxim. Depuis le début des traitements, on n'a pas non plus observé de modification importante dans les contenus stomacaux de poissons (Vidy 1976; Dejoux *et al.* 1982). En réalité, de nombreuses espèces entomophages sont assez opportunistes et consomment en abondance des proies d'origine terrestres.

Les épandages d'insecticides réalisés actuellement dans le cadre du programme OMS de lutte contre l'onchocercose ont donc un effet limité sur la faune non cible dans le bassin du Bandama. En particulier, ces insecticides ne paraissent pas compromettre l'équilibre de l'écosystème ni affecter ses ressources piscicoles. Un certain nombre d'autres sources de pollution existent. Les unes sont permanentes mais paraissent avoir peu d'incidences (effluents de brasserie, industrie textile, etc.) ou ont un impact limité géographiquement. D'autres sont plus sporadiques mais ont des conséquences plus importantes, heureusement localisées jusqu'ici (campagnes expérimentales de traitement insecticide contre les glossines utilisant soit de d'endosulfan, soit des pyrèthrinoides).

Résumé

Le fleuve Bandama (Côte d'Ivoire) est long de 1 050 km et son bassin occupe 97 500 km². Il coule du nord vers le sud et sa pente moyenne est assez faible (de l'ordre de 0,5%).

La partie amont du bassin est soumise à un climat de type soudanais, alors qu'il est de type guinéen vers l'aval. Il en résulte que le régime hydrologique de type tropical de transition vers le nord (une seule crue annuelle bien marquée d'août à octobre) évolue progressivement vers un régime équatorial de transition dans le sud (deux crues annuelles). Il peut y avoir des variations importantes de débit à l'échelle interannuelle.

La température moyenne des eaux est voisine de 28° C. Les eaux sont bicarbonatées et le pH est légèrement alcalin. La conductivité ne dépasse généralement pas 100 $\mu\text{S cm}^{-1}$.

La composition et les variations saisonnières du phytoplancton et du périphyton ont été étudiées durant plus d'un an. Sur le plan qualitatif, les Chlorophycées (44 à 66% du nombre des taxons) sont dominantes dans le phytoplancton. Le biovolume moyen de 800 à 900 millions de $\mu\text{m}^3 \text{l}^{-1}$ dans le Bandama est un peu plus élevé dans le N'Zi (2 900 millions de $\mu\text{m}^3 \text{l}^{-1}$) et le Marahoué (2 000 millions de $\mu\text{m}^3 \text{l}^{-1}$). Le nombre moyen d'organismes est compris entre 138 et 352 ind. ml⁻¹. La densité est minimum durant la crue et maximum à l'étiage.

Les Diatomées (durant la crue) et les Cyanophycées (début d'étiage) constituent un pourcentage important du biovolume du périphyton. Celui-ci est plus riche dans le Bandama que dans le Marahoué.

Le manière générale, il y a peu de végétation aquatique dans le Bandama, à l'exception de *Tristicha trifaria* qui recouvre les blocs rocheux dans les zones de rapides.

Différentes structures des peuplements d'insectes aquatiques (synusies) ont été mises en évidence en fonction de la vitesse du courant et du substrat. Les larves des espèces rhéophiles se concentrent dans les zones de courant à l'étiage et se dispersent durant la crue. La dynamique de quatre espèces de Trichoptères a été étudiée dans le N'Zi et la production annuelle estimée à 20 g m⁻².

Il existe dans le Bandama, une zonation longitudinale des peuplements d'insectes, de crevettes et de poissons. On peut schématiquement distinguer trois zones pour l'ensemble de ces groupes: la première

correspond aux hauts cours et aux petits affluents; la seconde, la plus importante, correspond au cours moyen; la troisième assez restreinte est la zone estuarienne où l'influence marine se fait sentir.

En ce qui concerne les poissons, des pêches régulières effectuées au filet maillant durant cinq ans ont permis de suivre l'évolution des captures totales et spécifiques. Parallèlement, la biologie des principales espèces (fécondité, reproduction, régime alimentaire) a été étudiée; les biomasses sont de l'ordre de 100 kg ha⁻¹.

L'impact humain croît très rapidement dans le bassin du Bandama avec la construction de barrages à usage électrique ou agricole qui modifient l'hydrologie du système. Les pollutions par insecticides sont diverses, mais les traitements anti-simuliens réalisés avec le téméphos n'ont eu que des conséquences limitées sur les peuplements aquatiques.

Références

- Albaret, J. J., sous presse. Reproduction et fécondité des poissons d'eau douce de Côte d'Ivoire. Revue Hydrobiol. trop.
- Albaret, J. J., Mérona, B. de, Bigorne, R. & Herbinet, P., 1978. Observations sur la faune ichtyologique de la Marahoué avant son traitement à l'Abate. Rapp. ORSTOM, Bouaké 20: 118 pp. multigr.
- Avenard, J. M., 1971. Aspects de la géomorphologie. In le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mém. ORSTOM 50: 11-72.
- Balon, E. K., 1974. Fish production of the drainage area and the influence of ecosystem changes on fish distribution in Lake Kariba, a man-made tropical ecosystem in Central Africa. In E. K. Balon and A. G. Coche. Lake Kariba, Junk, The Hague, Monographia biologicae, 767 pp.
- Biswas, S., 1968. Hydrobiology of the Volta River and some of its tributaries before the formation of the Volta Lake. Ghana J. Sci 8: 152-156.
- Boppe, J. L., 1979. Répercussions sanitaires et économiques du barrage de Kossou (Côte d'Ivoire). Abidjan. Minist. Santé 53 pp. multigr.
- Bourrelly, P., 1957. Algues d'eau douce du Soudan français, région du Macina. Bull. I. F. A. N. 19: 1047-1102.
- Camus, H., 1972. Hydrologie du Bandama. Rapp. Centre ORSTOM Adiopodoumé, 2 vol., 150 pp. multigr.
- Compère, P., 1974. Algues de la région du lac Tchad. 2. Cyanophycées. Cah. ORSTOM. sér. Hydrobiol. 8: 165-198.
- Compère, P., 1975. Algues de la région du lac Tchad, 3. Rhodophycées, Euglénophycées, Cryptophycées, Dinophycées, Chrysophycées, Xanthophycées. Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol. 9: 167-192.
- Compère, P., 1975. Algues de la région du lac Tchad. 5 et 6. (1ère et 2ème parties). Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol. 10: 77-118 et 10: 135-164.

- Compère, P., 1977. Algues de la région du lac Tchad. 7. Chlorophycophytes (Desmidiées). Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol. 11: 77-177.
- Corredor, L., 1979. Identification, distribution et aperçus écologiques des crevettes d'eau douce de Côte d'Ivoire. Rapp. stage, DEA océanogr. biol., Paris 6, 37 pp.
- Couté, A. & Rousselin, G., 1975. Contribution à l'étude des eaux douces du Moyen Niger (Mali). Bull. Mus. nat. Hist. Nat., 3ème sér. 277: 73-175.
- Dabin, B., Leneuf, N. & Riou, G., 1960. Carte pédologique de la Côte d'Ivoire à 1/2.000.000. Notice explicative. ORSTOM/ p.
- Daget, J., Planquette, N. & Planquette, P., 1973. Premières données sur la dynamique des peuplements de poissons du Bandama (Côte d'Ivoire). Bull. Mus. nat. Hist. nat., 3ème sér. 151: 129-142.
- Daget, J. & Iltis, A., 1965. Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). Mém. I. F. A. N. 74: 385 pp.
- Dansoko, D., Brehman, M. & Daget, J., 1976. Influence de la sécheresse sur les populations d'*Hydrocynus* dans le Delta Central du Niger. Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol. 10: 71-76.
- Dejoux, C., 1975. Nouvelle technique pour tester in situ l'impact des pesticides sur la faune aquatique non cible. Cah. ORSTOM, sér. Ent. et Parasitol. 13: 75-80.
- Dejoux, C., 1977. Action de l'Abate sur les invertébrés aquatiques. 4. Devenir des organismes dérivants à la suite des traitements. Rapp. ORSTOM, Bouaké 15: 12 pp. multigr.
- Dejoux, C., 1978. Action de l'Abate sur les invertébrés aquatiques. 5. Effets des premiers traitements de la Marahoué. Rapp. ORSTOM, Bouaké 19: 9 pp. multigr.
- Dejoux, C., 1979. Recherches préliminaires concernant l'action de *Bacillus thuringiensis israelensis* de Barjac sur la faune d'invertébrés d'un cours d'eau tropical. WHO/VBC/79-721, 11 pp. multigr.
- Dejoux, C. & Elouard, J. M., 1977. Action de l'Abate sur les invertébrés aquatiques. Cinétique de décrochement à court et moyen termes. Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol. 11: 217-230.
- Dejoux, C., Elouard, J. M., Forge, P. & Jestin, J. M., 1981. Mise en évidence de la microdistribution des invertébrés dans les cours d'eau tropicaux. Incidence méthodologique pour la recherche d'une pollution à long terme par insecticide. Revue Hydrobiol. trop. 14: 253-262.
- Dejoux, C., Elouard, J. M., Forge, P. & Maslin, J. L., 1981. Catalogue iconographique des insectes aquatiques de Côte d'Ivoire. Rapp. ORSTOM, Bouaké 42: 178 pp. multigr.
- Dejoux, C., Elouard, J. M., Jestin, J. M., Gibon, F. M. & Troubat, J. J., 1980. Action du Téméphos (Abate) sur les invertébrés aquatiques. 8. Mise en évidence d'un impact à long terme après six années de surveillance. Rapp. ORSTOM, Bouaké 62 pp. multigr.
- Dejoux, C., Gibon, F. M. & Troubat, J. J., 1981. Impact de six semaines de traitement au chlorphoxim sur les invertébrés du bassin du Bandama. Rapp. ORSTOM, Bouaké 41: 27 pp. multigr.
- Dejoux, C., Gibon, F. M., Lardeux, F. & Ouattara, A., 1982. Estimation de l'impact du traitement au chlorphoxim de quelques rivières de Côte d'Ivoire durant la saison des pluies 1981. Rapp. ORSTOM, Bouaké 47: 62 pp. multigr.
- Egborge, A. B. M., 1974. The seasonal variation and distribution of phytoplankton in the River Oshun, Nigeria. Freshwat. Biol. 4: 177-191.
- Eldin, M. & Daudet, A., 1968. Carte des données pluviométriques de la Côte d'Ivoire. Serv. cartograph. ORSTOM, Paris.
- Eldin, M., 1971. Le climat. In le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mém. ORSTOM 50: 73-108.
- Elouard, J. M., 1978. Identification biométrique des stades larvaires de *S. damnosum* s.l. et *S. adersi* (Diptera; Simuliidae). Tropenmed Parasitol. 29: 137-252.
- Elouard, J. M., Dejoux, C., Troubat, J. J., Forge, P. & Maslin, J. L., 1979. Les peuplements d'invertébrés benthiques de la Marahoué avant son traitement au téméphos. 1. Equilibres faunistiques, données brutes. Rapp. ORSTOM, Bouaké 28: 70 pp. multigr.
- Elouard, J. M., Dejoux, C. & Troubat, J. J., 1979. Les peuplements d'invertébrés benthiques de la Marahoué avant son traitement aux téméphos. 2. Pollutions ponctuelles par pesticides d'origines diverses. Rapp. ORSTOM, Bouaké 29: 35 pp. multigr.
- Elouard, J. M., Dejoux, C. & Troubat, J. J., 1982. Action de *Tephrosia vogelii* (Leguminosae) employé dans les pêches traditionnelles sur les invertébrés benthiques de la Marahoué (Côte d'Ivoire). Revue Hydrobiol. trop. 15: 177-188.
- Elouard, J. M. & Forge, P., 1978. Emergence et activité de vol nocturne de quelques espèces d'Ephéméroptères de Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol. 12: 187-195.
- Elouard, J. M. & Jestin, J. M., 1982. Impact of temephos (Abate) on the nontarget invertebrate fauna. A. Utilization of correspondence analysis for studying surveillance data collected in the onchocerciasis control programme. Revue Hydrobiol. trop. 15: 23-31.
- Elouard, J. M. & Troubat, J. J., 1979. Action de l'Abate (Téméphos) sur les invertébrés aquatiques. 7. Effets des premiers traitements de la basse Marahoué. Rapp. ORSTOM, Bouaké 32: 33 pp. multigr.
- Gibon, F. M., Elouard, J. M. & Troubat, J. J., 1980. Action du *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* sur les invertébrés aquatiques. Effets d'un traitement expérimental sur la Marahoué. Rapp. ORSTOM, Bouaké 38: 19 pp. multigr.
- Girard, G. & Sircoulon, J., 1968. Aperçu sur les régimes hydrologiques de Côte d'Ivoire. Centre ORSTOM Adiopodoumé, Côte d'Ivoire, 56 pp. multigr.
- Girard, G., Sircoulon, J. & Touchebeuf, P., 1971. Aperçu sur les régimes hydrologiques. In le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. Mém. ORSTOM 50: 109-155.
- Harrisson, A. D., 1965. River zonation in Southern Africa. Arch. Hydrobiol. 61: 380-386.
- Iltis, A., 1982. Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. 1. Stations de prélèvement, méthodologie, remarques sur la composition qualitative et biovolumes. Revue Hydrobiol. trop. 15: 231-239.
- Iltis, A., 1982. Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. 2. Variations saisonnières des biovolumes, de la composition et de la diversité spécifique. Revue Hydrobiol. trop. 15: 241-251.
- Iltis, A., 1982. Peuplements algaux des rivières de Côte d'Ivoire. 3. Etude du périphyton. Revue Hydrobiol. trop. 15.

- Itis, A. & Lévêque, C., 1982. Caractéristiques physico-chimiques des rivières de Côte d'Ivoire. *Revue Hydrobiol. trop.* 15: 115-130.
- John, D. M., Obeng-Asamoah, E. K. & Appler, H. N., 1981. Periphyton in the Volta Lake. 2. Seasonal changes on wooden blocks with depth. *Hydrobiologia* 76: 207-215.
- Kouassi, N., 1974. Contribution à l'étude biologique et écologique de Labeo coubie (Poisson, Téléostéen, Cyprinidae) dans le lac de barrage de Kossou. Thèse Doct. 3ème cycle, Univ. Abidjan 25: 88 pp.
- Kouassi, N., 1978. Données écologiques et biologiques sur les populations d'Alestes baremoze (Joannis), Poisson Characidae du lac de barrage de Kossou. Thèse Doct. ès-Sci. Fac. Sci. Abidjan 43: 278 pp.
- Kouassi, N., 1979. Installation et évolution des populations piscicoles dans le lac de barrage de Kossou (Côte d'Ivoire) entre 1972 et 1977. *Ann. Univ. Abidjan, E (Ecologie)* 12: 159-174.
- Lenoir, F., 1972. Exportation chimique d'un bassin intertropical (Le Bandama, Côte d'Ivoire). Thèse Doct. ès-Sci. Univ. Nice AO 7845: 375 pp. multigr.
- Lévêque, C. & Herbinet, P., 1980. Caractéristiques méristiques et biologie des Schilbe mystus (Pisces, Schilbeidae) en Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 13: 161-170.
- Lévêque, C. & Herbinet, P., 1982. Caractéristiques méristiques et biologie des Eutropius mentalis (Pisces, Schilbeidae) en Côte d'Ivoire. *Revue Zool. afr.* 96: 366-392.
- Lévêque, C., Mérona, B. de & Paugy, D., 1977. Les peuplements ichtyologiques du N'Zi avant son traitement au chlorphoxim. *Rapp. ORSTOM, Bouaké* 8: 143 pp. multigr.
- Lévêque, C., Paugy, D. & Jestin, J. M., en prep. 1983. Fish communities of Ivory Coast Rivers treated by Téméphos.
- Malaisse, F., 1976. Ecologie de la rivière Luanga. In J. J. Symoens (ed.) *Exploration hydrobiologique du bassin du lac Bangweolo et du Luapula*. 17, fasc. 2: 151 pp.
- Maslin-Leny, Y. & Mérona, B. de, 1978. Evolution des peuplements ichtyologiques du N'Zi depuis son traitement au chlorphoxim. *Rapp. ORSTOM, Bouaké* 22: 103 pp. multigr.
- Mérona, B. de, 1980. Ecologie et biologie de Petrocephalus bovei (Poisson, Mormyridae) dans les rivières de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 13: 117-127.
- Mérona, B. de, 1981. Zonation ichtyologique du bassin du Bandama. *Revue Hydrobiol. trop.* 14: 63-75.
- Mérona, B. de & Albaret, J. J., 1978. Répartition spatiale des poissons dans les radiers des rivières de Côte d'Ivoire. *Rapp. ORSTOM, Bouaké* 17: 78 pp. multigr.
- Mérona, B. de, Lévêque, C. & Herbinet, P., 1977. Observations préliminaires sur les peuplements ichtyologiques des radiers. Résultats des pêches électriques effectuées dans les stations du programme de surveillance de l'environnement aquatique. *Rapp. ORSTOM, Bouaké* 9: 51 pp. multigr.
- Mérona, B. de, Lévêque, C., Paugy, D., Albaret, J. J., Bigorne, R. & Herbinet, P., 1978. Observations sur la faune ichtyologique du Bandama en amont du barrage de Kossou (Côte d'Ivoire). *Rapp. ORSTOM, Bouaké* 21: 193 pp. multigr.
- Meybeck, M., 1979. Concentration des eaux fluviales en éléments majeurs et apports en solution aux océans. *Rev. Géol. dyn. Géogr. phys.* 21: 215-248.
- Obeng-Asamoah, E. K., John, D. M. & Appler, H. N., 1981. Periphyton in the Volta Lake. 1. Seasonal changes on the trunks of flooded trees. *Hydrobiologia* 76: 191-200.
- Paugy, D., 1978. Ecologie et biologie des Alestes nurse (Pisces, Characidae) des rivières de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 12: 245-275.
- Paugy, D., 1980. Ecologie et biologie des Alestes baremoze (Pisces, Characidae) des rivières de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 13: 143-159.
- Paugy, D., 1980. Ecologie et biologie des Alestes imberi (Pisces, Characidae) des rivières de Côte d'Ivoire. Comparaison méristique avec *A. nigricauda*. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.* 13: 129-141.
- Paugy, D., 1982. Synonymie d'Alestes rutilus. Blgr. 1916 avec *A. macrolepidotus* (Valenciennes, 1849). Biologie et variabilité morphologique. *Revue Zool. afr.* 96: 286-328.
- Paugy, D. & Lévêque, C., 1977. Observations sur la faune ichtyologique du Bandama en aval du barrage de Kossou (Côte d'Ivoire). *Rapp. ORSTOM, Bouaké* 12: 63 pp. multigr.
- Pages, J., Lemasson, L. & Dufour, P., 1979. Eléments nutritifs et production primaire dans les lagunes de Côte d'Ivoire. *Arch. Scient. Centre Rech. Océanogr. Abidjan* 5: 1-60.
- Peltre, P., 1977. Le 'V' Baoulé (Côte d'Ivoire Centrale). Héritage géomorphologique et paléoclimatique dans le tracé du contact forêt-savane. *Trav. docum. ORSTOM* 80: 198 pp.
- Perraud, A., 1971. Les sols. In *Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire*. *Mém. ORSTOM* 50: 269-391.
- Planquette, R. & Lemasson, J., 1975. Le peuplement de poissons du Bandama blanc en pays Baoulé. *Ann. Univ. Abidjan E* 8: 77-121.
- Statzner, B., 1978. Factors that determine the benthic secondary production in two lake outflows, a cybernetic model. *Verh. int. Ver. Limnol.* 20: 1517-1522.
- Statzner, B., 1981. A progress report on Hydropsychidae from the Ivory Coast: characters for the specific identification of larvae and populations dynamics of four abundant species. *Ser. Entomol.* 20: 329-335.
- Statzner, B., 1982. Population dynamics of Hydropsychidae (Insecta, Trichoptera) in the N'Zi River (Ivory Coast), a temporary stream partly treated with the insecticide Chlorphoxim. *Revue Hydrobiol. trop.* 15: 157-176.
- Sydenham, D. H. J., 1977. The qualitative composition and longitudinal zonation of the fish fauna of the river Ogun. *Revue Zool. afr.* 91: 974-996.
- Tagini, B., 1965. Atlas géologique de la Côte d'Ivoire à 1/1.000.000. SODEMI, Abidjan.
- Tagini, B., 1971. Esquisse structurale de la Côte d'Ivoire. Essai de géotectonique régionale. SODEMI, Abidjan, 302 pp.
- Traore, K., 1977. Premières données sur les facteurs du milieu et sur la production primaire du lac de Kossou. Thèse Univ. Abidjan, 106 pp. multigr.
- Traore, K., 1979. Caractéristiques limnologiques du lac de Kossou (Côte d'Ivoire). 1. Hydroclimat et aperçu hydrochimique du lac de Kossou. *Ann. Univ. Abidjan E (Ecologie)* 12: 29-69.
- Traore, K., 1979. Caractéristiques limnologiques du lac de Kossou (Côte d'Ivoire). 2. Evolution de la biomasse phytoplanctonique dans la zone euphotique de septembre 1975 à décembre 1977. *Ann. Univ. Abidjan E (Ecologie)* 12: 71-92.

Trubat, J. J., 1981. Dispositif à gouttières multiples destiné à tester in situ la toxicité des insecticides vis-à-vis des invertébrés benthiques. *Revue Hydrobiol. trop.* 14: 149-152.

Vidy, G., 1976. Etude du régime alimentaire de quelques poissons insectivores dans les rivières de Côte d'Ivoire. Recherche de l'influence des traitements insecticides effectués

dans le cadre de la lutte contre l'Onchocercose. *Rapp. OR-STOM, Bouaké* 2: 36 pp. multigr.

Yameogo, L., 1980. Modification des entomocoenoses d'un cours d'eau tropical soumis à un traitement antisimulidien avec *Bacillus thuringiensis* var.-israelensis. *Univ. Ouagadougou. Mém. Ing.*, 120 pp. multigr.