

## **Diversité des Macroinvertébrés Benthiques de la Rivière Agnéby (Côte d'Ivoire; Afrique de l'Ouest)**

**Dramane Diomandé**

*Laboratoire d'Environnement et Biologie Aquatique  
UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé  
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire  
E-mail: diom\_dram@yahoo.fr*

**Yves Kotchi Bony**

*Laboratoire d'Environnement et Biologie Aquatique  
UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé  
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire*

**Edia Oi Edia**

*Laboratoire d'Environnement et Biologie Aquatique  
UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé  
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire*

**Koffi Félix Konan**

*Laboratoire d'Environnement et Biologie Aquatique  
UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé  
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire*

**Germain Gourène**

*Laboratoire d'Environnement et Biologie Aquatique  
UFR Sciences et Gestion de l'Environnement, Université d'Abobo-Adjamé  
02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire*

### **Abstract**

Agnébi is the most important river of littoral of Côte d'Ivoire. The first study of benthic macroinvertebrates of this river was studied in the middle stream (Pont Autoroute). This station was visited monthly during 10 months covering the 4 local rainy seasons. Ten (10) samples of the Ekman grab (an area of 0.225 m<sup>2</sup>) have been analyzed. Benthic macro fauna inventory showed for the whole river, 50 taxa distributed or divided: Oligochetes (2 taxa), Molluscs (14 taxa) and Insects (34 taxa). Five taxa are abundant (superior or equal of 5 % of total number) at Pont Autoroute: *Potadoma liberiensis* (37,3 %), *Gabbiella africana* (8,4 %), *Cleopatra bulimoides* (7,7 %), *Mutela dubia* (5,9 %) *Chironomus* spp (5,3 %).

Specimen such as Ephemeroptera and Diptera Chironomidae are influenced by temperature and dissolved oxygen. High positive correlation has been established between snails and nitrate.

**Keywords:** AgnébyRiver, Benthic Macroinvertebrates, Biodiversity, Côte d'Ivoire, West Africa

## 1. Introduction

La Côte d'Ivoire présente un réseau hydrographique dense avec quatre principaux fleuves: Comoé, Bandama, Sassandra et Cavally. A côté de ces grands cours d'eau, il existe plusieurs rivières côtières dont l'une des plus importantes est l'Agnéby. Plus de la moitié du bassin versant de cette rivière est occupé par des plantations de caféiers, de cacaoyers, de bananiers, et de palmiers à huile. Il existe également sur son cours de nombreux barrages à vocation agropastorale et pour l'alimentation en eau potable. Cette forte anthropisation du bassin de l'Agnéby peut entraîner des perturbations notables dans son fonctionnement. En effet, selon [1], la qualité écologique d'un hydrosystème est étroitement liée au mode d'occupation du bassin versant.

Pour une gestion durable des perturbations des milieux aquatiques, des systèmes de surveillance de l'état d'intégrité sont élaborés à l'aide des organismes aquatiques [2]. Dans ces systèmes de biosurveillance, les organismes les plus utilisés comme bioindicateurs sont les macroinvertébrés benthiques [3,4]. Cependant, l'utilisation de ces organismes dans la surveillance de l'intégrité de la rivière Agnéby est limitée par une insuffisance de connaissances. Les seules données disponibles sont celles de [5] sur la macrofaune et de [6] sur les mollusques. Or, selon [7], l'utilisation de toute communauté biologique dans les systèmes de conservation et/ou de surveillance des eaux nécessite la caractérisation de sa diversité et de sa structure.

La présente étude vise à palier cette insuffisance en fournissant une première base de données sur la macrofaune benthique de la rivière Agnéby. Elle a donc pour objectifs (1) d'évaluer la diversité de cette faune et (2) d'identifier les paramètres abiotiques structurant ces peuplements.

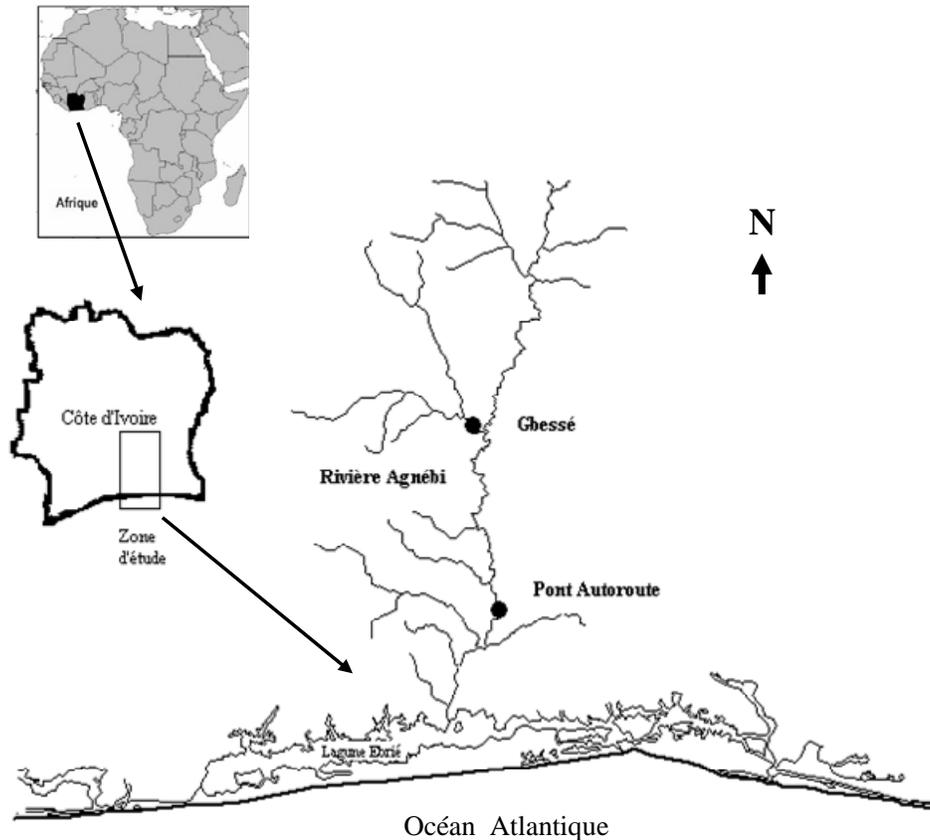
## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Milieu d'étude

La rivière Agnéby est située entièrement en Côte d'Ivoire (entre 5° - 7°N et 4° - 5° W). Elle prend sa source dans le Centre-Est à Agoua dans le département de Bongouanou, traverse la région d'Agboville et se jette dans la lagune Ebrié près de Dabou. Son cours s'étend entièrement dans la zone forestière. Cette rivière a une longueur d'environ 200 km et son bassin versant couvre une superficie de 8600 km<sup>2</sup> pour un débit moyen annuel de 22 m<sup>3</sup>/s et une pente moyenne de 1,25 m/km. Le bassin de l'Agnéby se trouve dans une zone dont le climat est de type équatorial humide à quatre saisons: une grande saison des pluies (avril à juillet) et une petite saison des pluies (octobre à novembre) entrecoupées par la petite saison sèche (août à septembre) et la grande saison sèche (décembre à mars).

La station d'étude retenue est située au niveau Pont Autoroute (05°N30,15 et 04°W14,57) dans le cours moyen de la rivière Agnéby (Figure 1). Le substrat à cette station est de type argilo-sableux dominant, avec une canopée importante de l'ordre de 80 %.

**Figure 1:** Localisation de la station Pont Autoroute sur la rivière Agnébi.



## 2.2. Mesure des Paramètres Physico-Chimiques des Eaux

Les paramètres environnementaux ont été évalués à un rythme mensuel (de janvier à octobre 1997). A l'exception des sels nutritifs (nitrates, nitrites, ammonium, phosphates) et la dureté totale qui ont été dosés au laboratoire selon la norme AF T90-023, les autres variables ont été mesurées *in situ* entre 6 h 30 et 8 h. La conductivité a été obtenue à l'aide d'un conductimètre de type LF95. La température et l'oxygène dissous ont été mesurés grâce un oxymètre de type OXI 96. Le pH et la transparence ont été déterminés respectivement avec un pH-mètre de type WTW et un disque de Secchi.

## 2.3. Echantillonnage et Analyse des Données

Les prélèvements benthiques ont été réalisés à la berge (0,1 à 0,5 m de profondeur) sur une période de 10 mois (janvier à octobre 1997). Les échantillons mensuels correspondent à 10 coups de benne Ekman (type MOD 55 HYDRO-BIOS), soit une surface totale de 0,225 m<sup>2</sup>. Les échantillons ont été lavés sur un tamis de 1 mm de maille et fixé au formol 5 % dans des flacons étiquetés.

Au laboratoire, les organismes ont été triés, identifiés et dénombrés. Les identifications ont été faites selon les travaux de: [8-21].

## 2.4. Analyses Statistiques

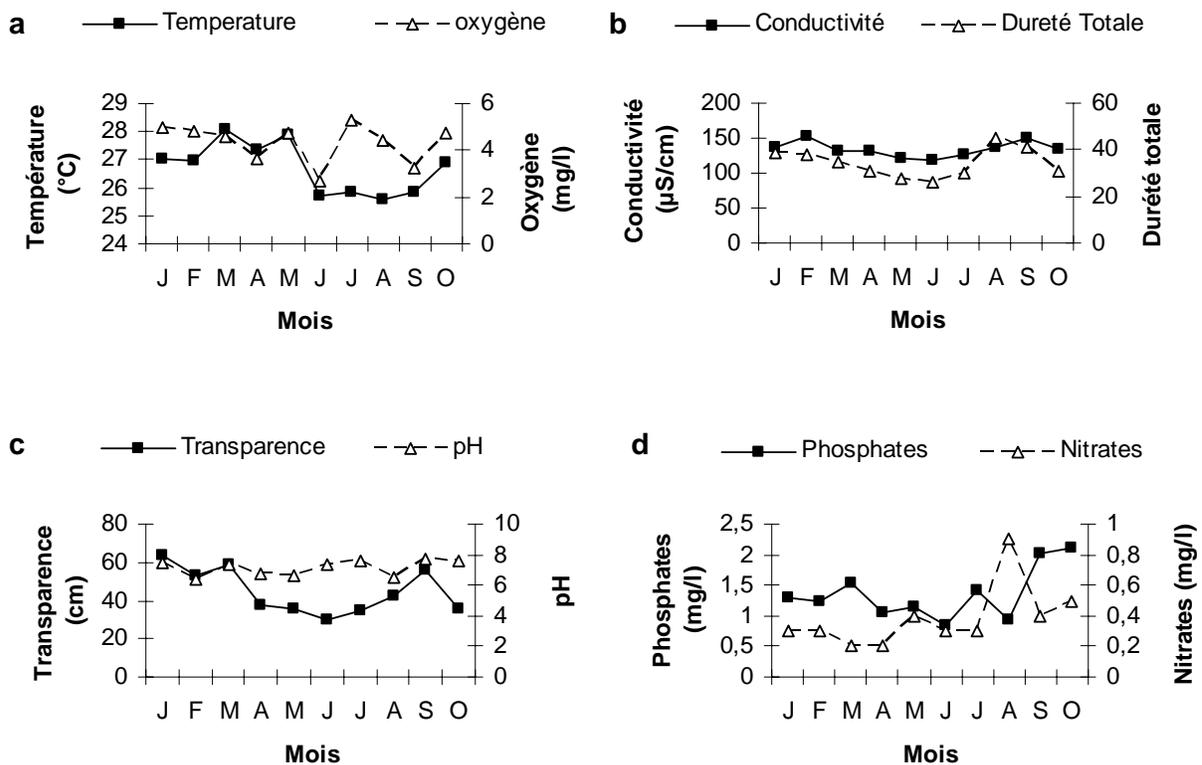
Une Analyse Canonique de Correspondances a été réalisée à l'aide du Programme CANOCO (Canonical Community Ordination, version 4.0). Cette analyse a mis en correspondance les données biotiques (12 taxons) et les données abiotiques (7 paramètres physico-chimiques) obtenues pendant l'échantillonnage.

### 3. Résultats

#### 3.1. Physico-chimie de l'eau

Les taux d'oxygène dissous, en dehors de juin (2,69 mg/l), sont supérieurs à 3 mg/l avec un maximum en juillet (5,3 mg/l) (Figure 2a). Les plus faibles températures sont obtenues entre juin et septembre; les plus élevées étant entre janvier et juin, puis en octobre, avec un maximum en mars (28,05 °C) (Figure 2a). La conductivité varie peu avec des valeurs comprises entre 119,7  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (juin) et 151,95  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (février). La dureté totale baisse régulièrement de janvier (39 ppm  $\text{CaCo}_3$ ) à juin (26 ppm  $\text{CaCo}_3$ ), avec un pic en août (45 ppm  $\text{CaCo}_3$ ) (Figure 2b). La transparence de l'eau fluctue entre 30 cm (juin) et 63,5 cm (janvier). Le pH se situe entre 6,33 (février) et 7,66 (septembre) (Figure 2c). Les concentrations de phosphates oscillent entre 0,85 mg/l (juin) et 2,12 mg/l (octobre). Quant à la teneur en nitrates, elle varie de 0,2 mg/l (avril) à 0,9 mg/l (août). Les mois de janvier à avril sont caractérisés par de faibles teneurs en nitrates.

**Figure 2:** variations saisonnières des paramètres physico-chimiques à la station Pont Autoroute.



#### 3.2. Composition des Macroinvertébrés

Un total de 50 taxons appartenant aux Insectes, Mollusques et Oligochètes a été identifié (Tableau I). Parmi eux, 23 ont été déterminés jusqu'à l'espèce, 26 au genre et un à la famille (Pyrallidae). Les Insectes sont représentés par 34 taxons repartis entre 20 familles et sept ordres. La famille la plus diversifiée est celle des Chironomidae (huit taxons déterminés au niveau du genre). Les Mollusques comprennent 13 espèces reparties entre six familles. Au niveau des Oligochètes, deux taxons appartenant à deux familles de l'ordre des Haplotaxida ont été répertoriés.

**Table I:** Liste des macroinvertébrés benthiques de la station Pont Autoroute

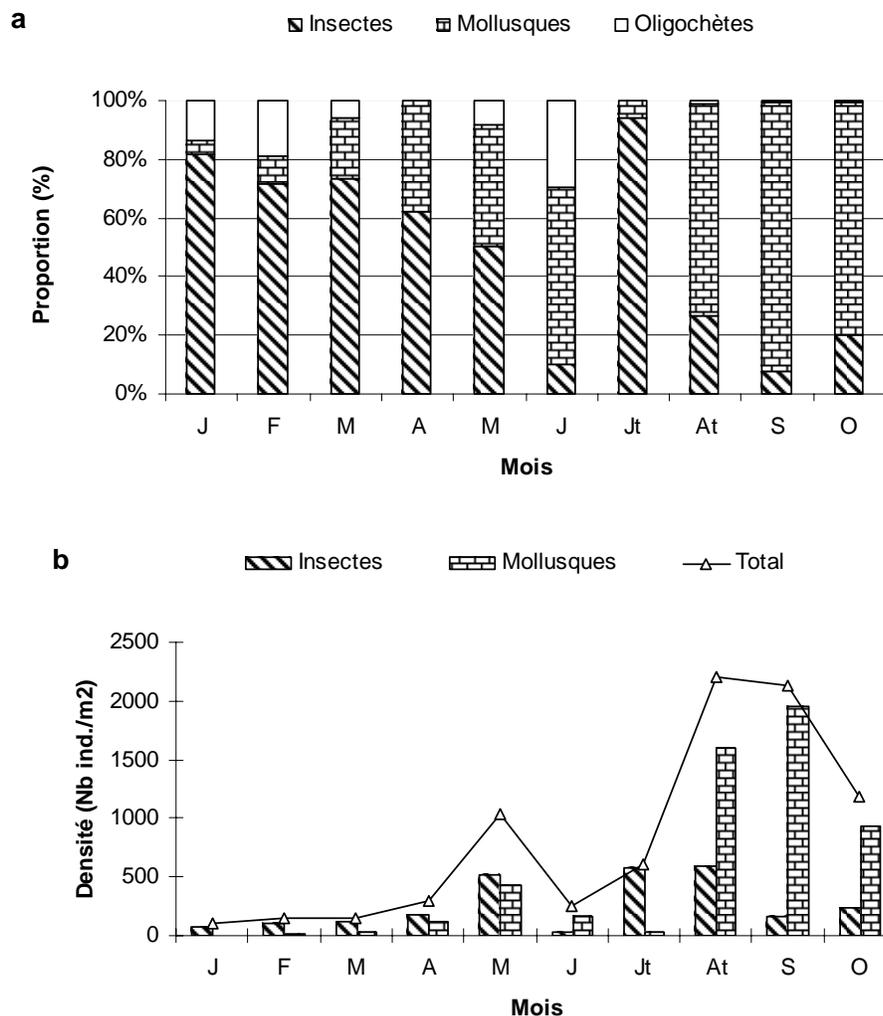
	Ordre	Famille	Taxon
Oligochètes	Haplotaxida	Alluroididae	<i>Alluroïdes tanganyikae</i>
		Tubificidae	<i>Potamothrix</i>
Mollusques	Basommatophores	Planorbidae	<i>Bulinus camerunensis</i>
			<i>Bulinus forskalii</i>
	<i>Bulinus globosus</i>		
	<i>Bulinus truncatus</i>		
	<i>Gyraulus costulatus</i>		
	Mesogastropodes	Bythinidae	<i>Gabbiella africana</i>
		Ampullariidae	<i>Lanistes libycus</i>
<i>Lanistes varicus</i>			
Thiaridae	<i>Cleopatra bulimoides</i> <i>Potadoma liberiensis</i> <i>Potadoma vogelii</i>		
Eulamellibranches	Mutelidae	<i>Mutela dubia</i> <i>Mutela rostrata</i>	
	Sphaeridae	<i>Sphaerium courteti</i>	
Insectes	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Cloeon</i>
		Leptophlebiidae	<i>Choroterpes</i>
			<i>Thraululus</i>
		Tricorythidae	<i>Diceromyzon femorale</i>
	Caenidae	<i>Caenis</i>	
		<i>Caenomedea</i>	
		Coenagrionidae	<i>Pseudagrion salisburyensis</i>
	Odonates	Gomphidae	<i>Ictinogomphus</i>
			<i>Lestinogomphus angustus</i>
			<i>Paragomphus</i>
	<i>Phyllogomphus aethiops</i>		
	Corduliidae	<i>Phyllomacromia</i>	
	Hémiptères	Veliidae	<i>Microvelia</i>
		Naucoridae	<i>Naucoris</i>
		Nepidae	<i>Laccotrephes ater</i>
	Coléoptères	Dytiscidae	<i>Hygrotus</i>
			<i>Laccophilus inornatus</i>
		Hydrophilidae	<i>Helochaeres</i>
		Elmidae	<i>Microdinodes</i> <i>Potamodytes</i>
	Diptères	Tipulidae	<i>Eriocera</i>
Chironomidae		<i>Ablabesmyia</i>	
		<i>Chironomus</i>	
		<i>Cryptochironomus</i>	
		<i>Nilodorum</i>	
	<i>Polypedilum</i>		
	<i>Stenochironomus</i>		
<i>Stictochironomus</i>			
<i>Tanypus</i>			
Ceratopogonidae	<i>Bezzia</i>		
Rhagionidae	<i>Atherix</i>		
Trichoptères	Hydropsychidae	<i>Polymorphanisus</i>	
	Polycentropodidae	<i>Dipseudopsis capensis</i>	
Lépidoptères	Pyralidae	indéterminée	
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>28</b>	<b>50</b>

L'échantillonnage a permis de récolter 1825 spécimens. Les principaux taxons (effectif supérieur ou égal à 5 % des effectifs totaux) sont: *Potadoma liberiensis* (37,3 %), *Gabiella africana* (8,4 %), *Cleopatra bulimoïdes* (7,7 %), *Mutela dubia* (5,9 %), *Chironomus* spp (5,3 %).

La distribution temporelle des effectifs indique que les insectes dominent le peuplement de macroinvertébrés sur la période de janvier à mai, puis en juillet, avec des proportions de 50 % (mai) à 95 % (juillet) (Figure 3a). En revanche, en juin et d'août à octobre, les mollusques sont plus abondants (60 % en juin à 90 % en septembre).

En ce qui concerne les densités (Figure 3b), les plus fortes valeurs de la densité totale ont été observées d'août (2209 ind./m<sup>2</sup>) à octobre (1187 ind./m<sup>2</sup>). De janvier à mars et en juin la densité reste relativement faible et oscille entre 98 ind./m<sup>2</sup> (janvier) et 258 ind./m<sup>2</sup> (juin).

**Figure 3:** Abondances relatives (a) et variations saisonnières (b) de la macrofaune benthique à la station Pont Autoroute.



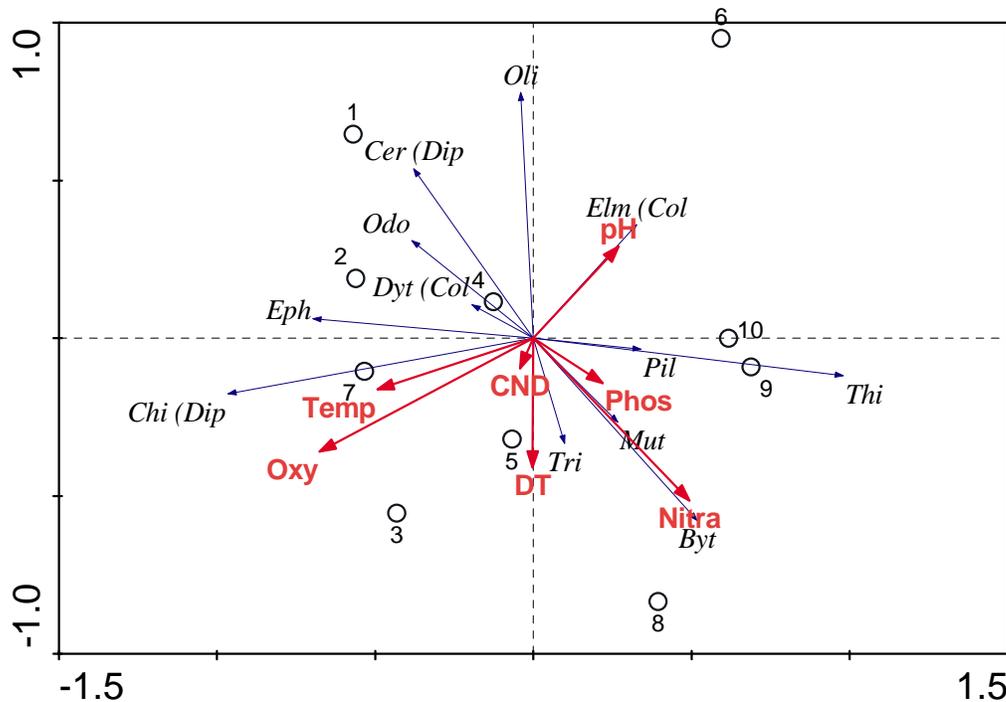
### 3.3. Structure du Peuplement

Les valeurs extrêmes de la richesse spécifique ont été obtenues en mai (29 taxa) et en juin (9 taxa). L'indice de Shannon est plus élevé en mai (2,78) et plus faible en septembre (1,37). L'équitabilité, quant à elle, fluctue entre 0,92 (janvier) et 0,42 (septembre).

### 3.4. Influence des Variables Environnementales sur la Distribution des Macroinvertébrés

Une analyse de redondance (RDA) a été réalisée entre les paramètres physico-chimiques et les densités des macroinvertébrés (Figure 4). La représentativité de tous les axes, donnée par le test de Monte Carlo, est significative ( $P$ -value = 0,0360; F-ratio = 5,131). L'axe I est très significatif ( $P$ -value = 0,004; F-ratio = 6,887) et exprime 77,5 % de l'information, l'axe II, 8,5 % soit un total de 86 % pour les deux axes.

**Figure 4:** Analyse canonique des correspondances (RDA, programme CANOCO 4.0) des 16 principaux macroinvertébrés benthiques et de 7 variables physico-chimiques de la rivière Agnébi à la station Pont Autoroute (AU) de janvier à octobre (01 à 10) 1997.



Oli = Oligochètes; Eph = Ephéméroptères; Cer = Ceratopogonidae; Chi = Chironomidae; Odo = Odonates; Dyt = Dytiscidae; Tri = Trichoptères; Elm = Elmidae; Thi = Thiaridae; Byt = Bytinidae; Pil = Pilidae; Mut = Mutelidae; Col = Coléoptères; Dip = Diptères. CND = Conductivité; DT = Dureté totale; Nitra = Nitrates; Phos = Phosphates; Temp = Température; Oxy = Oxygène dissous; pH = pH.

La température, l'oxygène dissous, le pH, le nitrate et la dureté totale influencent le plus la variation des densités de mollusques.

Sur l'axe I, on note une forte association positive entre, les Ephéméroptères, les Diptères (Chironomidae) et la température et l'oxygène dissous. Cette association est en revanche négative avec les Thiaridae. On note, en outre, une corrélation positive entre les mollusques des familles des Bytinidae, des Thiaridae et la teneur en nitrate

Sur l'axe II, les Coléoptères (Elmidae), les Odonates, les Diptères (Ceratopogonidae) et les Oligochètes sont positivement associés au pH, tandis que les Bythinidae et les Trichoptères sont eux positivement associés à la teneur en nitrate et à la dureté totale.

## 4. Discussion

Du point de vue de la composition taxinomique, les organismes récoltés sont des Insectes (68 % des taxons), des Mollusques (28 %) et des Oligochètes (4 %). Parmi les Insectes, l'ordre des Diptères est assez bien représenté avec 11 taxa, suivi des Ephéméroptères (6 taxa), des Odonates (6 taxa) et des Coléoptères (5 taxa). La famille d'insectes la plus diversifiée est celle des Chironomidae (8 taxa).

D'une façon générale, la composition faunistique de la macrofaune benthique de la rivière Agnéby correspond à celle des eaux douces africaines (e.g. [12,13], [22-25]). Cependant, les mollusques sont assez bien représentés tant au niveau des espèces que des familles. Dans la rivière Bia par exemple, seulement 4 espèces de Mollusques (*Lanistes varicus*, *L. libycus*, *Potadoma liberiensis* et *Mutela dubia*) ont été récoltées [25].

La présence relativement diversifiée des Ephéméroptères (6 taxons appartenant à 4 familles) traduirait une bonne qualité des eaux. Ces organismes sont en effet réputés vivre dans des milieux bien oxygénés et de bonne qualité [26]. Des travaux réalisés en Amérique indiquent, par ailleurs que la richesse spécifique des Ephéméroptères baisse avec l'urbanisation des bassins [27].

Les plus fortes valeurs de la richesse spécifique, des densités et des indices de diversité de Shannon et d'équitabilité ont été obtenues en mai et août. Le peuplement est plus diversifié en février, mai et août. En revanche, les plus faibles valeurs des indices de diversité et de d'équitabilité sont obtenues en juillet, septembre et octobre. Le mois de mai semble le plus diversifié avec des valeurs de l'indice de diversité ( $H'$ ) et de richesse spécifique ( $R_s$ ) plus élevées. Ce mois présente également une bonne valeur de l'indice de l'Equitabilité et une densité relativement élevée. Pendant ce mois les effectifs des insectes sont proches de ceux des mollusques (41,03 % *versus* 50,43 %) traduisant un relatif équilibre du milieu. Les densités des mollusques connaissent un pic au mois d'août, coïncidant avec l'augmentation de la dureté totale. Cette augmentation de la dureté totale favoriserait les mollusques dans l'élaboration de leurs coquilles (augmentation des taux de calcium). L'analyse canonique des correspondances confirme cette hypothèse. En effet, elle indique une corrélation positive entre les mollusques (Bythinidae, Ampullariidae, Mutelidae, entre autres) et les nitrates. Par ailleurs, les nitrates sont corrélés à la dureté totale et la dureté totale à la conductivité. Le complexe nitrates – dureté totale – conductivité serait à l'origine de la prolifération de mollusques.

## 5. Conclusion

Cette étude a permis de faire un premier inventaire des macroinvertébrés de la rivière Agnébi comprenant 50 taxons appartenant aux Insectes (34 taxons), Mollusques (13 espèces) et Oligochètes (2 taxons).

Les plus fortes densité de macroinvertébrés ont été observées d'août (2209 ind./m<sup>2</sup>) à octobre (1187 ind./m<sup>2</sup>).

Les paramètres physico-chimiques tels que la température et l'oxygène dissous influence la répartition des Ephéméroptères et des Diptères Chironomidae. Une corrélation positive a été, en outre, établit entre les mollusques et les nitrates.

## Remerciements

Nous remercions le projet VLIR/KUL "Evolution de la biodiversité des poissons après la construction d'un barrage: cas de la rivière Bia en Côte d'Ivoire" financé par l'agence belge de coopération AGCD. Messieurs Y. Sankaré et S. G. Zabi du Centre de recherche Océanologique (CRO) d'Abidjan sont remerciés pour leur contribution à l'identification des insectes.

## References Bibliographiques

- [1] **Horeau V, Cerdan Ph & Champeau A, 1997** La mise en eau du barrage hydroélectrique de Petit-Saut (Guyane): ses conséquences sur les peuplements d'invertébrés aquatiques et sur la nourriture des poissons. *Hydroécologie appliquée*, 9 (1-2), 213-240.
- [2] **Hart BT, Maher B & Lawrence L, 1999** New generation water quality guideline for ecosystem protection. *Freshwater Biology*, 41, 347-359.
- [3] **Williams DD & Smith MR, 1996** Colonization dynamics of river benthos in response to local changes in bed characteristics. *Freshwater Biology*, 36, 237-248.
- [4] **Clarke RT, Furse MT, Gunn RJ, Winder JM & Wright JF, 2002** Sampling variation in macroinvertebrate data and implications for river quality indices. *Freshwater Biology*, 47, 1735-1751
- [5] **Diomandé D, 2001** Macrofaune benthique et stratégies alimentaires de *Synodontis bastiani* Daget, 1948 et *S. schall* (Bloch & Schneider, 1801) (Bassins Bia et Agnébi; Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Université d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire, 251 p.
- [6] **Bony YK, Kouassi NC, Diomandé D, Gourène G, Verdoit-Jarraya M & Pointier JP, 2008** Ecological conditions for the spread of the invasive snail *Physa marmorata* (Pulmonata: Physidae) in Ivory Coast. *African Zoology*. 43(1), 53–60.
- [7] **Allan JD & Johnson LB, 1997** Catchment-scale analysis of aquatic ecosystems. *Freshwater Biology*, 37: 107-111
- [8] **Binder E 1957** Mollusques aquatiques de Côte d'Ivoire. I-Gastéropodes. Bull. IFAN, sér. A, 19 (1), 97-125.
- [9] **Binder E 1958** Mollusques aquatiques de Côte d'Ivoire. II-Lamellibranches. Bull. IFAN, sér. A, 20 (1), 82-89.
- [10] **Needham R 1962** A guide to the Study of Freshwater Biology. San-Francisco Holden Day, Inc., 105 pp.
- [11] **Durand J R et Lévêque C 1980** Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne (Tome I). Paris, France: ORSTOM, 390 pp.
- [12] **Durand J R et Lévêque C 1981** Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne (Tome II). Paris, France: ORSTOM, 483 pp.
- [13] **Anonyme 1981** Guide de terrain des Gastéropodes d'eau douce africains. I- Afrique occidentale. Danish bilharziasis laboratoy, Danemark, 31 p.
- [14] **Dejoux C, Elouard J M, Forge P et Maslin J L 1981** Catalogue iconographique des insectes aquatiques de Côte d'Ivoire. ORSTOM 42, 178 p.
- [15] **Anonyme 1982** Guide de terrain des Gastéropodes d'eau douce africains. Introduction. Danish bilharziasis laboratoy, Danemark, 31 p.
- [16] **Richoux Ph 1982** Introduction à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. II-Coléoptères aquatiques (genres: adultes et larves). Bull. Soc. Lin., 4, 106-303.
- [17] **Dethier M 1985** Introduction à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. 6-Hétéroptères aquatiques et ripicoles (genres et principales espèces). Bull. Soc. Lin., 4, 2-44.
- [18] **Faessel B 1985** Les Trichoptères. Données biologiques, éthologiques et écologiques. Clés de détermination larvaires des familles et des principaux genres de France. Bull Fr. Pêche Piscic., 299, 1-41.
- [19] **Brown DS, 1994** Freshwater Snails of Africa and their Medical Importance. Taylor & Francis, London, 609 p.
- [20] **Diomandé D, Gourène G, Sankaré Y et Zabi S.G 2000** Synopsis de la classification des larves et des nymphes de Diptères Chironomidae des écosystèmes dulçaquicoles de l'Afrique de l'Ouest. Clés de détermination des sous-familles, des tribus et des genres. Arch. Scient. CRO, Abidjan, 17 (1), 1-31.
- [21] **Tachet H, Bournaud M et Richoux Ph 1987** Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces (Systématique élémentaire et aperçu écologique), 3<sup>ème</sup> édition, 151 pp.

- [22] **Dejoux C, Lauzanne L et Lévêque C 1969** Evolution qualitative et quantitative de la faune benthique dans la partie est du lac Tchad. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.*, 3 (1), 3-58.
- [23] **Lévêque C 1972** Mollusques benthiques du lac Tchad: écologie, étude des peuplements et estimation des biomasses. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.*, 6 (1), 3-45.
- [24] **Ogbeibu AE & Oribhabor BJ, 2002** Ecological impact of river impoundment using benthic macro-invertebrates as indicators. *Water Research* 36, 2427–2436.
- [25] **Diomandé D & Gourène G 2005** Premières données sur la macrofaune benthique de l'hydrosystème fluvio-lacustre de la Bia (Côte d'Ivoire). *Sciences et Nature* 2 (2), 167-176.
- [26] **Demoulin G, 1981** Ephéméroptères. *In* Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne, Tome II (Durand, J. -R. & Lévêque, C., eds). ORSTOM: 407-443.
- [27] **Carlisle DM, Meador MR, Moulton II SR, Ruhl PM, 2007** Estimation and application of indicator values for common macroinvertebrate genera and families of the United States. *Ecological Indicators* 7, 22–33.