

# Diversité biologique des crevettes d'un petit bassin côtier ouest africain de Côte d'Ivoire en relation avec les variables environnementales

---

Gervais N'ZI KONAN<sup>1</sup>, Gooré Bi GOULI<sup>1</sup>, Essetchi Paul KOUAMÉLAN<sup>1</sup>,  
Valentin N'DOUBA<sup>1</sup>, Tidiani KONÉ<sup>1</sup> & Frans OLLEVIER<sup>2</sup>

## Résumé

La composition faunistique et la distribution des crevettes sont étudiées pour la première fois dans la rivière Mé (Côte d'Ivoire). Cette étude a permis d'échantillonner dix espèces de crevettes réparties entre deux familles (*Palaemonidae* et *Atyidae*) et trois genres [*Macrobrachium* (BATE, 1863), *Desmocariss* (SOLLAUD, 1911) et *Caridina* (EDWARDS, 1837)]. Trois espèces [*Macrobrachium sollaudii* (DE MAN, 1912), *Desmocariss trispinosa* (AURIVILLIUS, 1898) et *Caridina nilotica* (P. ROUX, 1833)] sont signalées pour la première fois en Côte d'Ivoire. Des analyses statistiques (Analyse canonique de correspondances) ont montré que la largeur du bassin versant, la hauteur de la canopée, le pH, la conductivité, la transparence, la teneur en oxygène dissous, les ions calcium et nitrate de l'eau et le mélange de bois morts, feuilles et rochers sont les principaux facteurs du milieu qui influencent le plus la distribution des différentes espèces de crevettes.

**Mots-clés :** Crevettes d'eaux douces, richesse spécifique, distribution, rivière Mé, Côte d'Ivoire, Afrique de l'Ouest.

## Freshwater shrimps and its relation to environmental gradients along a small West Africa coastal basin in Côte d'Ivoire

### Abstract

Species composition and the distribution of shrimps in the Me River in Côte d'Ivoire have been studied for the first time. Ten freshwater shrimps species belonging to two families (*Palaemonidae* and *Atyidae*) and three genera [*Macrobrachium* (BATE, 1863), *Desmocariss* (SOLLAUD, 1911) and *Caridina* (EDWARDS, 1837)] were captured in the Me River. Three species [*Macrobrachium sollaudii* (DE MAN, 1912), *Desmocariss trispinosa* (AURIVILLIUS, 1898) and *Caridina nilotica* (P. ROUX, 1833)] were reported for the first time in Côte d'Ivoire freshwaters. Significant correlation between species distribution and environmental variables was found. Rocky, leaves and dead woods substrates, canopy height, oxygen, conductivity, transparency, calcium and nitrate, water pH and basin width were the main environmental variables influencing shrimps distribution.

**Keywords:** freshwater shrimps, species composition, distribution, Me River, Côte d'Ivoire, West Africa.

---

<sup>1</sup>Laboratoire d'Hydrobiologie, UFR Biosciences, Université de Cocody Abidjan, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>Katholieke Universiteit Leuven, Ch. De Bériotstraat 32, B-3000 Leuven, Belgium

## Introduction

Dans la plupart des pays tropicaux, les principaux axes de recherches sont orientés vers la conservation de la biodiversité des espèces vivantes. Dans cette politique de préservation des ressources naturelles pour une utilisation durable et rationnelle se trouve en premier plan l'inventaire systématique et le dénombrement des espèces vivantes. Bien que les faunes des cours d'eaux ivoiriens soient les mieux connues d'Afrique de l'Ouest (PAUGY *et al.*, 1994) du point de vue de l'ichtyofaune, les données sur le peuplement et la distribution des crevettes en relation avec les variables du milieu restent jusqu'ici parcellaires et presque inexistantes. Les quelques travaux connus ont porté sur les espèces commerciales du genre *Macrobrachium* [*Macrobrachium macrobrachion* (HERKLOTS, 1851) et *M. vollehovenii* (HERKLOTS, 1851)] (TROADEC *et al.*, 1969) ; VILLE (1970 ; 1972 et 1983), sur le peuplement du Bandama (CORREDOR, 1979) et de la rivière Bia (GOORE BI, 1998).

Aussi, la présente étude, réalisée pour la première fois sur la rivière Mé, s'est-elle inscrite dans le cadre d'un programme pluridisciplinaire mené par le laboratoire d'Hydrobiologie de l'Université de Cocody en Côte d'Ivoire, dont l'un des objectifs est la valorisation des eaux continentales de Côte d'Ivoire. Elle s'est proposée de contribuer à l'inventaire et à la distribution de la faune des crevettes.

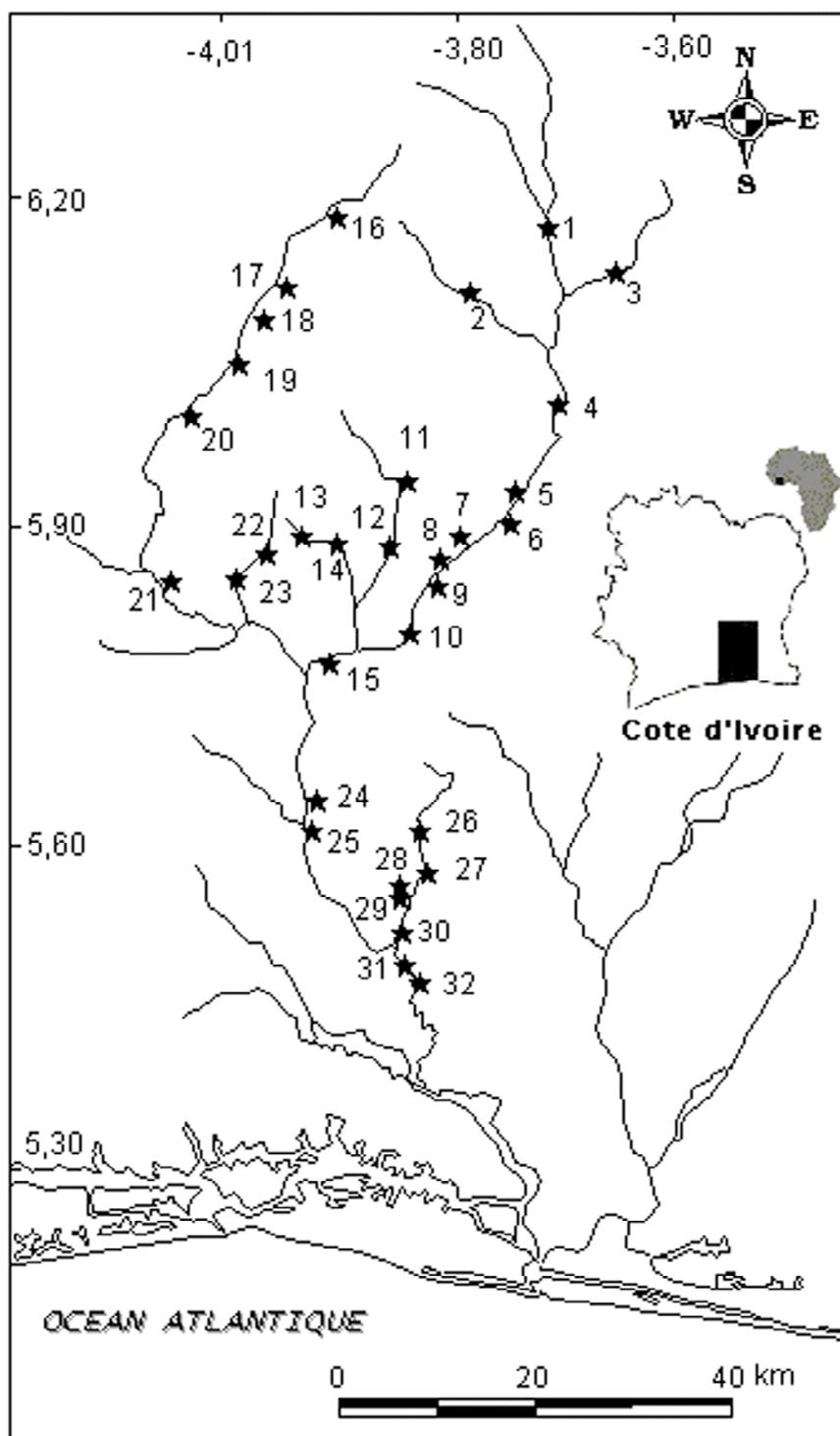
## Matériel et méthodes

### Description du milieu d'étude

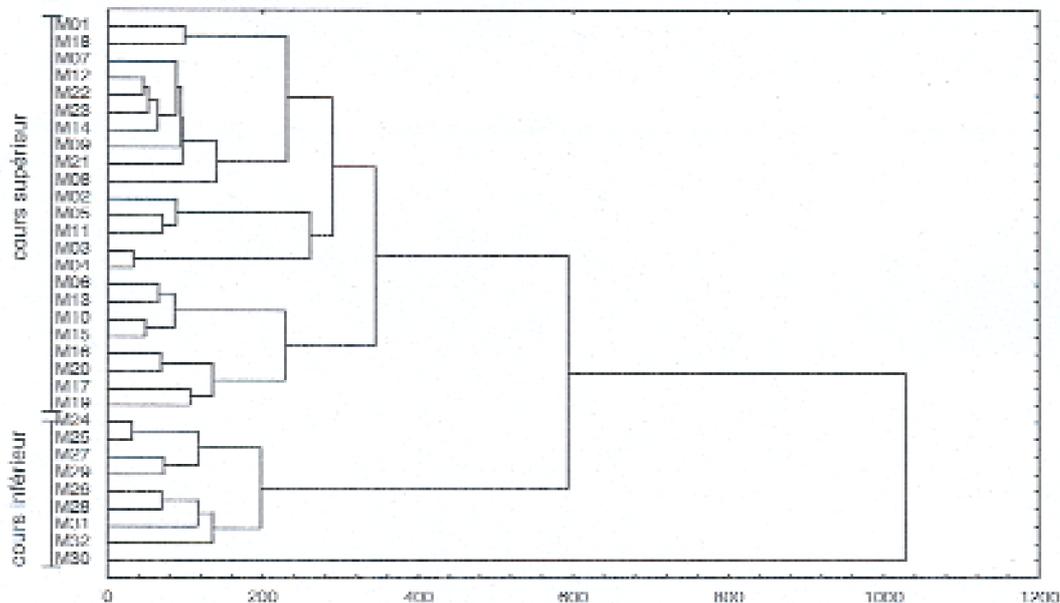
L'échantillonnage des crevettes a été effectué dans la rivière Mé (figure 1) longue de 140 km pour une superficie de bassin versant de 4300 km<sup>2</sup>. Elle prend sa source dans la forêt classée de la Besso, au nord-est d'Adzopé et se jette dans la lagune Potou au sud (GIRARD *et al.*, 1971). La Mé est tributaire de quatre affluents : Mafou (affluent principal), Bobié, Abé et Bogbo. La rivière traverse les forêts classées de Nzodji, de l'Abé, de Hein, de Massa Mé, du Nto, de la Mabi, de N'guechie, puis l'Ouest et le Nord-Ouest de la sous-préfecture d'Adzopé. Son débit moyen mensuel à l'embouchure est de 50 m<sup>3</sup>/s. Ce cours d'eau de plaine a une pente très faible de 0,78 m par kilomètre. Au total, 32 stations ont été échantillonnées sur l'ensemble du cours d'eau. La répartition des espèces le long du gradient amont aval du cours d'eau a été facilitée par une analyse de classification ascendante. Cette analyse obtenue sur la base des paramètres environnementaux de l'eau (pH, oxygène dissous, conductivité, taux de solides dissous, transparence, température, profondeur, largeur, vitesse du courant, taux de couverture et hauteur de la canopée, types de substrat et taux de composés ioniques) a permis de subdiviser la rivière en cours supérieur (M01 à M23) et inférieur (M24 à M32) (figure 2).

### Echantillonnage des crevettes

L'échantillonnage des crevettes a duré six mois (juillet à décembre 2000). Deux types d'engins de pêche ont été utilisés : un appareil de pêche électrique de modèle 12 B Pow electrofisher Smith-Root et des nasses dont l'armature est en bois, recouvertes de filet de 13 mm de vide de maille. Chaque séance de pêche électrique s'est déroulée en 15 minutes et en parcourant l'eau à pied. Tous les spécimens capturés ont été identifiés à l'aide des clés de OKERA (1977), MONOD (1980 ; 1966), POWELL (1982) et GOORE BI (1998).



**Figure 1.** Carte de distribution des stations d'échantillonnages de la rivière Mé (Côte d'Ivoire).



**Figure 2.** Dendrogramme basé sur la distance euclidienne et la méthode de Ward, montrant les similarités entre les peuplements de crevettes des différents sites du bassin de la rivière Mé (Côte d'Ivoire).

### Mesure des variables environnementales

Dans chaque site d'échantillonnage, 26 variables environnementales ont été prises en compte. Les paramètres physico-chimiques suivants ont été mesurés *in-situ* : pH (mesuré avec un pH-mètre de type WTW 330), oxygène dissous (en mg/l avec un oxymètre de type WTW OXI 330), conductivité (en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec un conductimètre de type WTW-LF 340), taux de solides dissous ou TDS (en mg/l avec un conductimètre de type WTW-LF 340), transparence de l'eau (en cm avec un disque de Secchi) et température de l'eau (en  $^{\circ}\text{C}$  avec un thermomètre couplé à l'oxymètre). Toutes ces variables, sauf la transparence de l'eau, ont été mesurées dans les 50 premiers centimètres du plan d'eau. Les paramètres physiques suivants ont été utilisés pour caractériser l'habitat (KAMDEM et TEUGELS, 1998) : profondeur (en mètre), largeur (en mètre), vitesse du courant (en m/s), taux de couverture et hauteur de la canopée (estimés respectivement en % et en mètre), plantes aquatiques (évalué en % et correspond à la proportion de surface de fond recouverte par les plantes aquatiques) et types de substrats (évalué en % et correspond à la proportion de surface de fond recouverte par ce type de substrat). Les types de substrats identifiés sont : sable, sable-gravier, gravier, boue, roche, grand rocher, argile-boue et bois mort-feuillage. Dans chaque station, des échantillons d'eau ont été prélevés avant la pêche et conservés au frais pour le dosage au spectrophotomètre DR/2000 des composés ioniques : nitrites ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ), magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), calcium  $\text{Ca}^{2+}$  et phosphates ( $\text{PO}_4^{3-}$ ).

## Traitements statistiques

### L'analyse de classification ascendante

Basée sur la distance euclidienne et la méthode de Ward, cette analyse a été effectuée pour mettre en évidence les sites présentant des variables environnementales similaires (PIELOU, 1984). Elle a été faite avec le logiciel Statistica version 6.0.

### L'analyse canonique de correspondance (ACC)

L'analyse canonique de correspondance a été employée dans le but de dégager d'éventuelles corrélations entre la distribution des espèces et les variables environnementales (TER BRAAK, 1988) en vue de caractériser l'habitat de chaque espèce. A cet effet, une matrice espèces/sites et une matrice variables environnementales/sites ont été constituées sur la base des abondances numériques absolues des différentes espèces. Les tests de Monte Carlo (avec 199 permutations) ont été effectués pour sélectionner les variables environnementales qui expliquent au mieux la distribution des espèces de crevettes. Les abondances numériques et les valeurs des facteurs environnementaux ont subi une transformation logarithmique de type  $\log(x+1)$  afin d'obtenir une distribution normale de ces données. Cette analyse a été réalisée à l'aide du programme Canoco (Canonical Community Ordination) version 6.0.

## Résultats

### Analyse qualitative du peuplement

L'échantillonnage des 32 sites a permis la capture de 10 espèces de crevettes (tableau I) qui se répartissent entre deux familles (*Palaemonidae* et *Atyidae*) et trois genres (*Macrobrachium*, *Desmocarid* et *Caridina*). Parmi les espèces échantillonnées, trois sont signalées pour la première fois en Côte d'Ivoire : *Desmocarid trispinosa*, *Caridina nilotica* et *Macrobrachium sollaudii*.

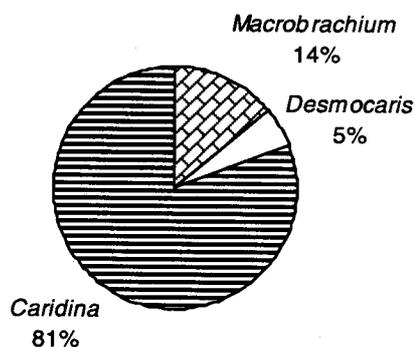
Tableau I. Répartition longitudinale des espèces de crevettes recensées dans la rivière Mé en Côte d'Ivoire

Famille	Genre	Espèce	Code	C.S	C.I
ATYIDAE	<i>Caridina</i>	<i>Caridina africana</i>	<i>C.afr</i>	+	+
		<i>Caridina nilotica</i>	<i>C.nilo</i>	+	+
PALAENOMIDAE	<i>Desmocarid</i>	<i>Desmocarid trispinosa</i>	<i>D.trisp</i>	+	+
		<i>Macrobrachium vollenhovenii</i>	<i>M.vol</i>	+	+
		<i>Macrobrachium dux</i>	<i>M.dux</i>	+	
		<i>Macrobrachium macrobrachion</i>	<i>M.mac</i>	+	+
		<i>Macrobrachium raridens</i>	<i>M.rar</i>	+	+
		<i>Macrobrachium felicinum</i>	<i>M.fel</i>	+	+
		<i>Macrobrachium chevalieri</i>	<i>M.ch</i>		+
		<i>Macrobrachium sollaudii</i>	<i>M.sol</i>	+	+

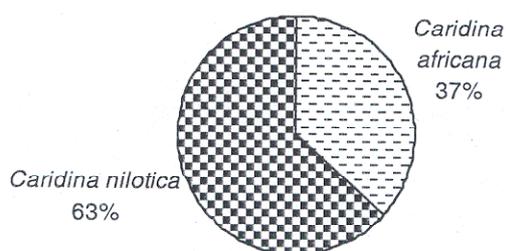
+ : présence ; C.S = cours supérieur ; C.I = cours inférieur

### Analyse quantitative du peuplement

L'aspect quantitatif du peuplement n'a porté que sur les abondances numériques absolues des captures réalisées à la pêche électrique. Au total 918 spécimens de crevettes ont été examinés. Parmi ceux-ci, le genre *Caridina* domine le peuplement avec 81 % de l'effectif total. Il est suivi des genres *Macrobrachium* (14 %) et *Desmocaris* (5 %) (figure 3). Chez le genre *Caridina*, l'espèce *Caridina nilotica* (KINGSLEY 1882) domine l'effectif (63 %) (figure 4).

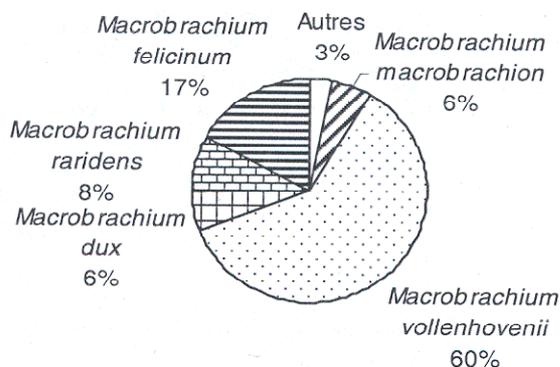


**Figure 3.** Proportion numérique des différents genres de crevettes de la rivière Mé.



**Figure 4.** Proportion numérique des différentes espèces de crevettes du genre *Caridina*.

Le genre *Macrobrachium* est dominé par *Macrobrachium vollenhovenii* (60 %) suivie de *M. felicinum* (HOLTHUIS, 1949) (17 %), *M. raridens* (HILGENDORF, 1893) (8 %), *M. macrobrachion* et *M. dux* (LENZ, 1910) représentant respectivement 6% de l'effectif (figure 5). Les autres espèces, faiblement représentées (3 %), sont constituées par *M. sollaudii* et *M. chevalieri* (ROUX, 1935).



**Figure 5.** Proportion numérique des différentes espèces de crevettes du genre *Macrobrachium*.

## Structure trophique et association des communautés de crevettes en relation avec les variables environnementales du milieu

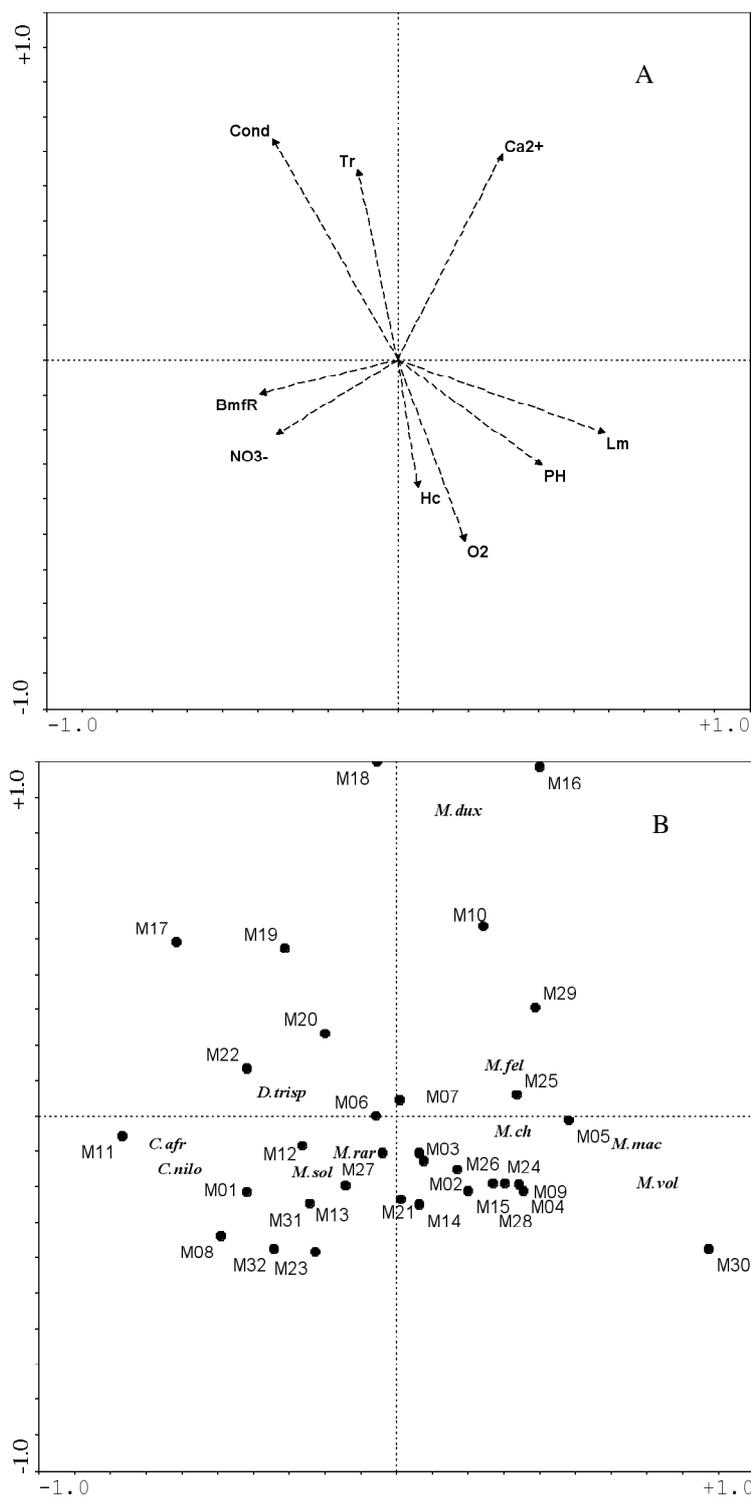
L'ordination des corrélations par l'analyse canonique de correspondance (CCA) des données de la pêche électrique et de 26 variables environnementales (figure 6 A) indique que l'axe I (valeur propre  $\lambda_1 = 0,201$ ) et l'axe II (valeur propre  $\lambda_2 = 0,078$ ) expriment 67,1 % de la variance cumulée pour les données des espèces-variables environnementales. Le test de Monte Carlo (avec 199 permutations) atteste que la contribution des axes I et II dans l'arrangement des données est significative ( $p = 0,005$ ). Par conséquent, seuls ces deux axes ont été considérés dans l'interprétation des résultats. Le test de Monte Carlo a permis de sélectionner 9 variables qui expliquent au mieux (53,64 %) les variations de la composition spécifique d'amont en aval : largeur moyenne (8,78 %), conductivité (6,93 %), hauteur de la canopée (6,12%),  $\text{Ca}^{2+}$  (5,78 %), pH (5,66 %), oxygène (5,31 %), bois morts – feuillages – rochers (5,31 %),  $\text{NO}_3^-$  (4,97 %) et transparence (4,73 %). L'influence de ces variables sur la distribution des taxons est significative ( $p < 0,05$ ). L'ordination suivant l'axe I (figure 6 B) permet de distinguer deux groupes d'espèces. Le premier groupe (*Desmocariss trispinosa*, *Caridina africana*, *C. nilotica*, *Macrobrachium sollaudii* et *M. raridens*) est corrélé négativement à l'axe I et positivement au groupe de variables constituées par les ions nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) et au substrat majoritairement constitué de bois morts, feuilles et rochers.

Le second groupe (*Macrobrachium dux*, *M. felicinum*, *M. chevalieri*, *M. macrobrachion* et *M. vollenhovenii*) est corrélé positivement à l'axe I et au groupe de variables constituées par la largeur du bassin versant, la teneur en oxygène dissous et en ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), le pH et la canopée.

## Distribution longitudinale des espèces

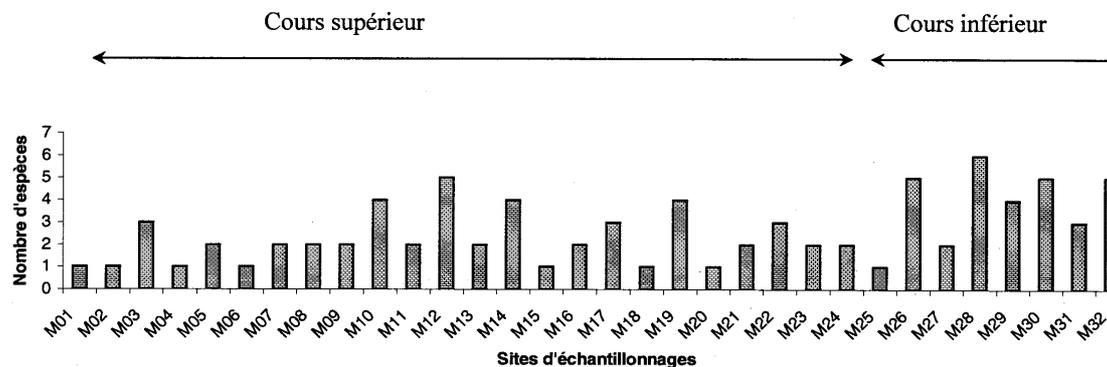
La collecte des crevettes a été faite dans 32 sites ; cependant la composition spécifique diffère d'une station à l'autre (figure 7). La variation de la composition spécifique le long du gradient longitudinal a révélé que les sites d'échantillonnages situés dans le cours inférieur du bassin (M24 à M32), présentent le plus grand nombre d'espèces (M26 ; M30 ; M32 constituées respectivement de 5 espèces chacune et M28 porte à elle seule 6 espèces). En outre, les espèces *Macrobrachium vollenhovenii*, *M. macrobrachion*, *M. raridens*, *Desmocariss trispinosa*, *Caridina nilotica*, *C. africana* et *M. felicinum* se répartissent sur l'ensemble de la rivière. Parmi ces espèces, *M. vollenhovenii* et *C. africana* sont très fortement représentés avec les pourcentages de présence respectifs de 56,25 % et 53,12 %.

Les espèces *M. chevalieri* et *M. sollaudii* de pourcentage de présence faible, 3,13 % et 6,25 %, peuvent être considérées comme faiblement représentées. Ces espèces se trouvent confinées à une station (M28 pour *M. chevalieri*) et dans deux stations (M12 ; M32 pour *M. sollaudii*). Les espèces *Macrobrachium dux* et *M. chevalieri* ont été capturées respectivement dans le cours supérieur et inférieur du bassin (tableau I).



**Figure 6.** Analyse canonique de correspondance appliquée aux variables environnementales (A) et aux espèces de crevettes (B) des sites échantillonnés dans le bassin de la rivière Mé.

Abréviations : *M.fel* : *Macrobrachium felicinum*, *D.trisp* : *Desmocaris trispinosa*, *M.rar* : *Macrobrachium raridens*, *M.sol* : *M. sollaudii*, *M.mac* : *M. macrobrachion*, *M.vol* : *M. vollenhovenii*, *C.afr* : *Caridina africana*, *C.nilo* : *C. nilotica*



**Figure 7.** Composition spécifique par station des différentes espèces de crevettes d'eau douce capturées dans la rivière Mé (Côte d'Ivoire).

## Discussion

### Inventaire systématique et composition spécifique

Les travaux de GOORE BI (1998) sur la rivière Bia ont mis en évidence 7 espèces de crevettes. Ceux de Gomez (Communication personnelle) ont montré l'existence de 6 espèces de *Macrobrachium* dans l'ensemble des eaux douces de Côte d'Ivoire. Parmi les espèces rencontrées par ces auteurs, trois n'ont pu être capturées dans le cadre de cette étude : *Atya africana* (BOUVIER, 1904), *A. scabra* (LEACH, 1815) [*Atyidae*] et *Macrobrachium thysi* (POWELL, 1980) [*Palaemonidae*]. Il serait tôt de conclure à une absence de ces espèces dans le bassin de la Mé. Selon KOUAMELAN *et al.* (2003), plusieurs facteurs peuvent expliquer les différences entre ces compositions spécifiques : les méthodes de pêche utilisées, les types d'habitats échantillonnés, les périodes d'échantillonnage, les disparitions d'espèces. Cette absence pourrait s'expliquer par une insuffisance des méthodes de pêche surtout dans le cours inférieur du bassin sous influence estuarienne où les eaux sont trop profondes pour être échantillonnées à la pêche électrique. Également, les captures par la nasse sont trop passives pour pouvoir échantillonner toutes les espèces. Dans le bassin du Bandama, CORREDOR (1979) n'a noté la présence des *Atyidae* de grande taille (*Atya africana* et *A. gabonensis*) que dans le cours inférieur du fleuve.

### Corrélation variables environnementales et distribution des espèces de crevettes

Parmi les facteurs discriminants qui influencent la distribution des espèces dans les rivières Agnèbi et Bia (Côte d'Ivoire), DA COSTA *et al.* (2000) ont noté le taux de solides dissous (TDS) et la conductivité de l'eau. En outre, HUGUENY (1990) a montré une relation positive entre la largeur du bassin versant et la richesse spécifique dans la rivière Niandan (Haut Niger). Une affinité des crevettes pour ces types de milieux a été également notée par TROADEC *et al.* (1969). Pour ces auteurs, une des caractéristiques des fonds à crevettes est leur grande richesse en matière organique. Les concentrations les plus importantes se rencontrent là où la teneur en particules fines dépasse 30 %. CHARLES *et al.* (1982) ont noté une corrélation positive entre la nature de

la canopée et le type de substrats sur les communautés de macro-invertébrés dans six rivières de l'Oregon aux USA. Notre étude a révélé que les espèces *Desmocarlis trispinosa*, *Caridina africana*, *C. nilotica*, *Macrobrachium sollaudii* et *M. raridens* sont caractéristiques des milieux aquatiques dont le substrat est constitué de bois morts, de feuilles et de rochers. Ces espèces vivent sur des détritiques provenant de la décomposition de la matière organique issue des bois morts et des feuillages. Elles sont, en outre, adaptées à une faible teneur en oxygène dissous du milieu. Contrairement aux espèces ci-dessus citées, les espèces *Macrobrachium dux*, *M. felicinum*, *M. chevalieri*, *M. macrobrachion* et *M. vollenhovenii* sont caractéristiques des bassins étroits, ombragés aux eaux claires et très oxygénés. Les crevettes étant photophobes, ces milieux leur offrent non seulement des abris et des caches face aux prédateurs mais aussi leur permettent d'échapper à la lumière du jour.

### **Distribution des espèces suivant le gradient amont-aval de la rivière**

La richesse spécifique augmente suivant le gradient amont-aval pour atteindre les valeurs les plus élevées dans le cours inférieur de la rivière. Cette richesse spécifique élevée dans le cours inférieur s'explique, comme l'ont souligné HARREL *et al.*, 1967 ; WHITESIDE et MC NATT, 1979, par le fait que la répartition longitudinale des crevettes suit sensiblement le schéma de zonation proposée pour les poissons. Pour ces auteurs, le nombre d'espèces augmente de l'amont à l'aval par addition des espèces d'origine marines et estuariennes. La présence de *M. chevalieri* uniquement dans le cours inférieur a été également notée par CORREDOR (1979) dans le cours inférieur du Bandama (Côte d'Ivoire).

### **Conclusion**

Cette étude a permis pour la première fois d'inventorier le peuplement des crevettes du bassin de la rivière Mé (Côte d'Ivoire). Dix espèces de crevettes ont été recensées. Parmi elles, trois sont signalées pour la première fois en Côte d'Ivoire. Cette étude est par ailleurs une contribution à la conception d'une base de données en vue d'une évaluation de l'état de conservation de la biodiversité de la rivière Mé pour une meilleure exploitation. Toutefois, il est important de l'étendre aux autres cours d'eaux afin de caractériser les différents peuplements et la composition systématique des crevettes des eaux douces de Côte d'Ivoire jusque-là parcellaire.

### **Remerciements**

Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet ivoiro - belge intitulé « Caractérisation, utilisation et conservation de la biodiversité des poissons d'eaux douces de Côte d'Ivoire » financé par la Coopération Technique Belge (C.T.B). Les auteurs remercient les chercheurs, les étudiants et le personnel technique qui ont participé à la collecte des données de terrain.

### **Références citées**

CHARLES P. H., MICHAEL. L. M., et ANDERSON N.H., 1982. Effects of canopy, substrate composition and gradient on the structure of macro-invertebrate communities in Cascade Range stream of Oregon. *Ecology*, 63 (3) : 1840-1856.

CORREDOR L., 1979. Identification, distribution et aperçus écologiques des crevettes d'eau douce de Côte d'Ivoire. Rapp. Stage. DEA océanogr. Biol., Paris 6. 36 p.

- DA COSTA K. S., GOURÈNE G., TITO DE MORAIS L. et THYS VAN DEN AUDENAERDE D. F. E., 2000.** Caractérisation des peuplements ichthyologiques de deux fleuves côtiers ouest-africains soumis à des aménagements hydroagricoles et hydroélectriques. *Vie et milieu*, 50 : 65-77.
- GIRARD G., SIRCOULON J. et TOUCHEBEUF P., 1971.** Aperçu sur les régimes hydrologiques. In « Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire », Avenard J. M., M. Eldin, G. Girard, J. Sircoulon, P. Touchebeuf, J.L. Guillaumet, E. Adjanohoun & A. Perraud, eds, Mémoire ORSTOM, 50 : 109-155.
- GOORE B. G., 1998.** Contribution à l'étude des crevettes d'eau douce de Côte d'Ivoire : systématique, biologie et analyse socio-économique de la pêche de *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots 1857) et de *M. macrobrachion* (Herklots 1851) (Crustacea Décapoda, Palaemonidae) du bassin de la Bia. Thèse de Doctorat 3<sup>e</sup> cycle en Ecologie Tropicale option Hydrobiologie, univ. Cocody-Abidjan. 145 p.
- HARREL R.C., DAVIS B.J., et DORRIS T.C., 1967.** Stream order and species diversity of fish in an intermittent Oklahoma stream. *Amer. Midl. Nat.*, 78 : 428 - 436
- HUGUENY B., 1990.** Richesse des peuplements de poissons dans le Niandan (Haut Niger, Afrique) en fonction de la taille de la rivière et de la diversité du milieu. *Rev. Hydrobiol. trop.* 23 : 351-364.
- KAMDEM TOHAM A. et TEUGELS G. G., 1998.** Diversity patterns of fish assemblages in the Lower Ntem River Basin (Cameroon), with notes on potential effect of deforestation. *Archiv für Hydrobiologie*, 141: 421-446
- KOUAMELAN E. P., TEUGELS G. G., N'DOUBA V., GOORE BI G. & KONE T., 2003.** Fish diversity and its relationships with environmental variables in a West African basin. *Hydrobiologia*, 505: 139-146
- MONOD T., 1966.** Crevettes et crabes des côtes occidentales de l'Afrique. Réunion des spécialistes C.S.A sur les crustacées, Zanzibar, 1964. Mémoires de l'Institut Fondamental d'Afrique noire. IFAN-DAKAR 1966. p. 106-234
- MONOD T. 1980.** Décapodes. In "Faune et Flore aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne " Durant J. R. & Lévêque C., 1980). p. 368-389
- OKERA W., 1977.** A key of identification of economic important West African marine and freshwater shrimps likes crustaceans. (English version of Monod's key with modification). Bulletin of the institute of marine Biology and oceanography, Fourah Bay College University of Sierra Leone 2 (1) : 18-25.
- PAUGY D., TRAORE K. et DIOUF P.S., 1994.** Faune ichthyologique des eaux douces d'Afrique de l'Ouest. In « Diversité Biologique des poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique » Teugels G.G., Guegan J.F. & Albaret, eds. *Ann. Mus. r. Afr. Centr.*, 275 : 35-47.
- PIELOU E. C., 1984.** The interpretation of ecological data. Wiley, New York.
- POWELL C.B., 1982.** Fresh and brackish water shrimps of economic important in the Niger Delta. University of Port Harcourt. Presented to the second conference of the fisheries society of Nigeria held at Calabar, 24-27 January 1982, p. 1-45.
- TER BRAAK C. J. F., 1988.** Partial canonical correspondence analysis. In "Classification and related methods of data analysis" Bock, H. H., eds. North Holland, Amsterdam. P. 551-558.
- TROADEC, GARCIA et PETIT, 1969.** La crevette. In "Les productions Animales". Le guide de l'agriculteur en Côte d'Ivoire (PAPE Akassey Raymond). Volume IV. 247 p.
- VILLE J. P., 1970.** Recherche sur la reproduction des *Macrobrachium* des lagunes de Côte d'Ivoire. *Ann. univ. Abidjan*, ser E, Ecologie, III, (1) 1970. p. 253- 267
- VILLE J. P., 1972.** Cycle ovarien saisonnier chez *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots 1851). Décapode, Palaemonidae, en Côte d'Ivoire. *Ann. Univ. Abidjan. Ser. E (Ecologie)*, T.V., 1 : 561-574
- VILLE J. P. 1983.** Influence de la salinité sur le déroulement des premiers stades larvaires des *Macrobrachium vollenhovenii* (Herklots 1851). Décapode, Palaemonidae. *Ann. Univ. Abidjan, Ser. E (Ecologie)*, tome XVI.
- WHITESIDE B.G. et Mc NATT R.M., 1979.** Fish species diversity in relation to stream order and physiochemical conditions in the Plum Creek drainage basin. *Amer. Midl. Nat.*, 88 : 9-101.