

# POLYMORPHISME DES ROTIFERES BRACHIONIDAE DE TROIS PLANS D'EAU DE YAOUNDE : LE LAC MUNICIPAL, L'ETANG DE MELEN ET L'ETANG D'EFOULAN

Joseph Guy NZIELEU TCHAPGNOUO\*, Thomas NJINE, Serge Hubert ZEBAZE TOGOUET, Charles Félix BILONG BILONG, Romain K.ALONGMO, Daniel EBANG M., Polycarpe Raoul TUEKAM KAYO  
Université de Yaoundé I, Laboratoire de Biologie Générale, B.P.: 812 Yaoundé, Cameroun.  
\*: correspondance, [jgtzieleu@yahoo.fr](mailto:jgtzieleu@yahoo.fr)

## RESUME

Les Rotifères de trois milieux aquatiques eutrophes situés en région tropicale (le Lac Municipal de Yaoundé, l'étang de Melen et l'étang d'Efoulan, à Yaoundé Cameroun) ont fait l'objet d'une étude en relation avec quelques variables physico-chimiques du milieu du 14 juillet 2005 au 19 janvier 2006. Cette étude a porté sur l'identification et le déterminisme du polymorphisme de quelques espèces loriquées de la famille des Brachionidae : *Brachionus calyciflorus*, , *B. quadridentatus*, . 14 espèces de Rotifères ont été récoltées dans le Lac Municipal de Yaoundé, 16 espèces dans l'étang de Melen et 13 espèces dans l'étang d'Efoulan. Les milieux étudiés, hypereutrophes, sont exposés à une forte pression anthropique. Les déchets issus de l'activité humaine modifient fortement les caractéristiques physico-chimiques des eaux de ces plans d'eau. Les modifications ont une incidence sur les Rotifères qui peuplent ces milieux, incidence caractérisée par la faible densité mais surtout par la variation morphologique des Rotifères. Quatre morphes ont ainsi été définies chez *Brachionus calyciflorus* et *B. quadridentatus*, et trois morphes chez *B. falcatus*, *B. rubens* et *B. leydigi*. Ces différents morphes sont corrélés aux facteurs physico-chimique (Conductivité électrique ( $r=0,778$  ;  $p=0,039$ ), Dureté totale ( $r=0,956$  ;  $p=0,001$ ) et magnésienne ( $r=0,927$  ;  $p=0,003$ )) et biologique (Asplanchna: le prédateur) .Les multiples variations morphologiques observées chez les Rotifères et surtout la diminution de leur densité traduisent l'hypertrophie des écosystèmes étudiés et un risque de disparition prochaine.

## 1- INTRODUCTION

L'urbanisation et l'industrialisation croissantes des villes augmentent les charges des eaux domestiques et industrielles en matières organiques et en substances dissoutes. Il en résulte une dégradation de la qualité de ces eau, une diminution de la diversité, et à long terme, une disparition des plans d'eau (Barroin, 1980).

Les Rotifères sont parmi les organismes les plus sensibles aux variations des conditions du milieu. Les Rotifères, qui sont principalement algivores et qui en association avec les Cladocères, par leur activité de broutage transfèrent plus de 60% de la production primaire en milieu lacustre aux alevins de poissons, ont une grande importance dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes (Shiel, 1995, Haberman, 1998). Ils constituent donc la principale source d'aliments des alevins (Télesh, 1993) et leurs œufs de durée représentent une nourriture de choix pour les poissons en aquaculture (Fernando, 1994). De plus, ils participent au nettoyage des plans d'eau par enlèvement de la matière organique (De Beauchamp, 1965) et sont des indicateurs de pollution des eaux (Fernando *et al.*, 1993). Leur étude est donc nécessaire pour l'élaboration des stratégies de gestion et de surveillance des systèmes aquatiques.

Si de nombreuses études ont été effectuées sur la biogéographie du zooplancton en Europe et en Amérique, elle reste mal connue en Afrique (Gopal et Wetzel, 1995). Au Cameroun, quelques travaux ont concernés le zooplancton dans les milieux lenticques (Green, 1972, 1973 et 1977, Zébazé Togouet, 2000, Zébazé Togouet *et al.*, 2005 et Chiambeng *et al.*, 1991) et lotiques (Foto Menbohan, 1989, Foto Menbohan et Njiné, 1998). Il s'agit pour la plupart de ces travaux de relevés faunistiques et de dynamique des populations (Zébazé Togouet, 2000). Bien d'autres aspects sont cependant explorables. Or l'absence de données sur l'éthologie des peuplements et sur le polymorphisme du zooplancton caractéristique des écosystèmes lacustres,

dont font parti les Rotifères, peut perturber la mise sur pied des stratégies de contrôle de ces écosystèmes.

En effet, les réponses du zooplancton aux modifications des conditions de vie dans le milieu sont variées. Ainsi les Rotifères opposent aux différentes pressions qu'exerce le biotope une variation sur le plan morphologique (Fernando *et al.*, 1993) basée sur la taille de la lorica et des épines chez les espèces loriquées, d'où la nécessité d'une étude de leur polymorphisme pour une meilleure compréhension du fonctionnement des écosystèmes aquatiques et une mise sur pied de stratégies adéquates de contrôle des hydrosystèmes, car en absence de bonne stratégie de gestion, à la longue, les milieux lentiques disparaissent par comblement. Le cas de Yaoundé (Cameroun) est typique, car cette ville comptait jadis près de 14 lacs et étangs (Agendia *et al.*, 1996). Elle n'en compte que trois de nos jours : le Lac Municipal de Yaoundé et les étangs de Mélen et d'Efoulan.

- La présente étude a pour objectif de mettre en évidence le polymorphisme des Rotifères Brachionidae et les facteurs physico-chimiques et biologiques qui l'influencent.

## 2- MATERIEL ET METHODES

L'étude a couvert la période allant de juillet 2005 à janvier 2006, à raison d'un prélèvement par mois

### Variabes abiotiques

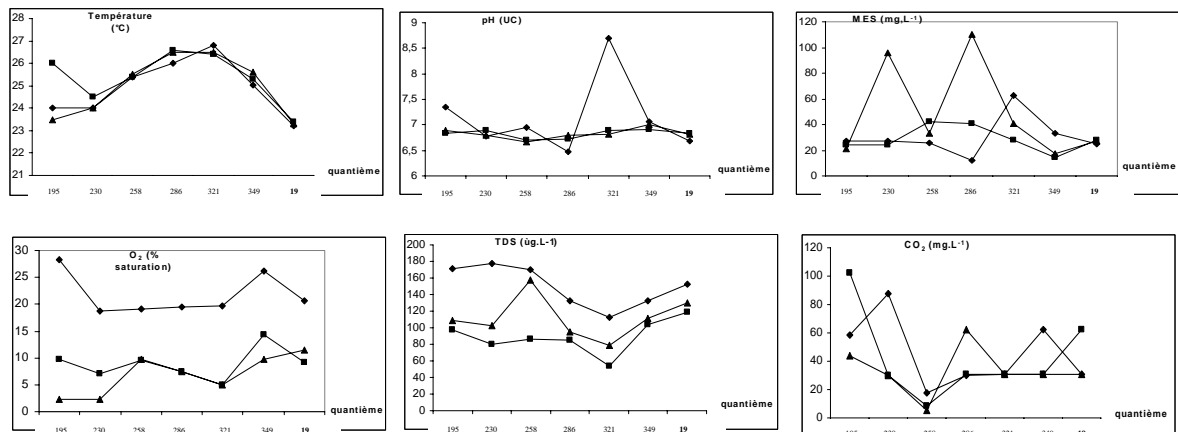
Les paramètres T°, pH, conductivité et TDS ont été mesurés *in situ* respectivement au moyen d'un thermomètre à mercure, d'un pH-mètre portatif (CG 818 de marque SCHOTT Geräte GmbH) et d'un TDS/conductimètre portatif HACH. Au laboratoire, les paramètres couleur, MES, formes d'azote (ammoniacal, nitrate, nitrite), orthophosphate, turbidité et fer ont été évalués par spectrophotométrie (spectrophotomètre HACH DR/2000) selon les techniques APHA(1985), le CO<sub>2</sub> dissous, l'oxydabilité, les duretés totale et calcique, et l'alcalinité ont été mesurés par volumétrie selon les méthodes APHA(1985) et AFNOR NFT 90-003. La DBO<sub>5</sub> a été mesurée par incubation d'échantillons dans des incubateurs DBO de marque LIEBHERN.

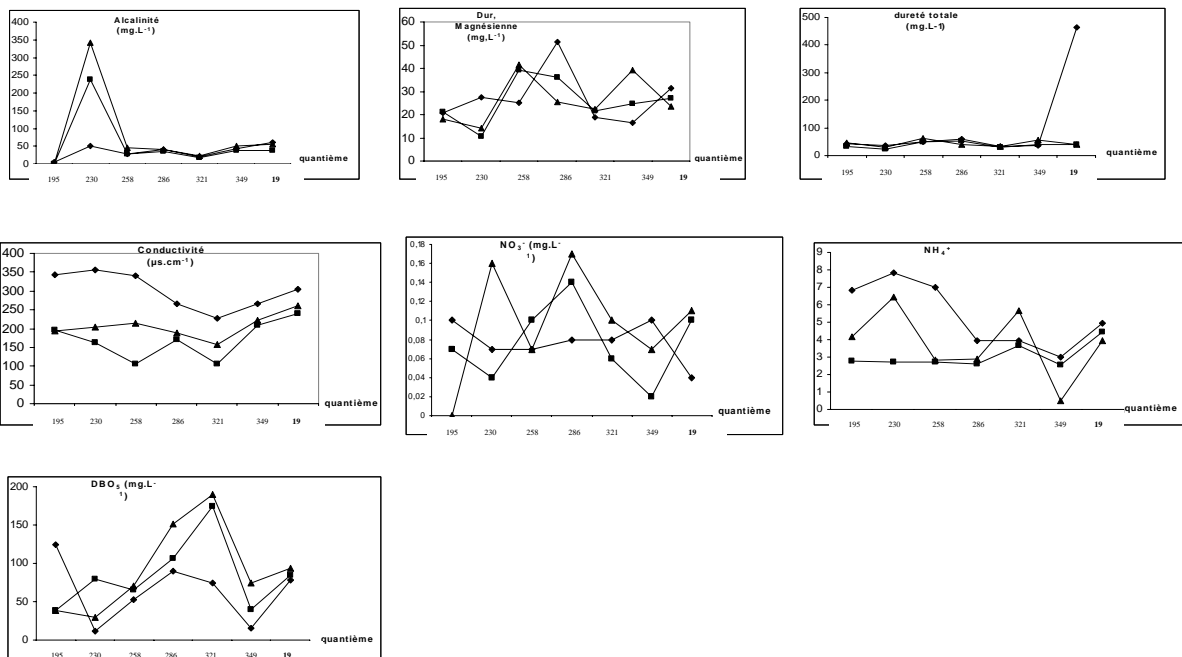
### Variabes brotiques

Les échantillons frais de biologie, placés dans des cures de Dolfuss selon la technique de Legendre & Watt(1972), ont permis d'identifier et de dénombrer les espèces de Rotifères sous une loupe binoculaire WILD M5, au moyen des clef de détermination de Koste (1978), Pourriot & Francez (1986) et Shield (1995). Les mensurations ont été faites sur 100 individus par espèces au microscope Olympus CK2 ULWCD 0.30 et ont concernées la taille de la lorica et les longueurs des épines.

## 3- RESULTATS

### Caractéristiques physico-chimiques des plans d'eau.





La température moyenne dans les trois plans d'eau oscille autour de 24,9°C. Le PH des eaux est constant autour de la neutralité. Les teneurs en MES varient peu dans l'étang de Mélen alors qu'elles changent considérablement entre septembre et décembre 2005 dans le Lac Municipal de Yaoundé. Dans l'étang d'Efoulan les MES évoluent en dents de scie et on y enregistre les plus fortes valeurs, avec une moyenne de 49,28 mg /l. Quoique très faible, la teneur de l'eau en O<sub>2</sub> croit dans l'étang d'Efoulan où on enregistre des valeurs minimales de 2,35 %. Le taux d'O<sub>2</sub> reste relativement constant dans l'étang de Mélen, avec une moyenne de 8,88 %, alors qu'il décroît et se maintient de Août à Novembre 2005 dans le Lac Municipal de Yaoundé. Les plus faibles valeurs de TDS s'enregistrent dans l'étang de Mélen tandis que les plus fortes s'observent dans le Lac Municipal de Yaoundé. Généralement supérieures à 85 µg/l dans les trois plan d'eau, ces valeurs de TDS baissent graduellement aux mois de septembre et octobre 2005 puis augmentent dès le mois de novembre (321q). De juillet à septembre, la teneur de l'eau en CO<sub>2</sub> baisse en général dans les trois plans d'eau. Cette teneur de l'eau en CO<sub>2</sub> augmente ensuite jusqu'en janvier 2006. L'évolution des valeurs de l'oxydabilité est similaire dans les étangs de Mélen et d'Efoulan. Elles augmentent d'août à novembre (321q) dans les trois milieux étudiés et diminuent dès décembre. Les valeurs les plus élevées sont observées dans le Lac Municipal de Yaoundé. l'alcalinité est maintenue constante dans les trois plans d'eau étudiés. L'évolution de la dureté calcique dans les trois écosystèmes est irrégulière. Elle oscille entre 26 et 14 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> dans l'étang de Mélen ; entre 38 et 14 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> dans le lac municipal et entre 46 et 16 mg L<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub> dans l'étang d'Efoulan. Les variations de la dureté magnésienne sont presque similaires dans les deux étangs. Mais de façon générale, les valeurs de la dureté magnésienne augmentent de juillet à octobre, puis diminuent jusqu'en décembre. La dureté totale reste constante dans les étangs de Mélen et d'Efoulan de juillet à janvier, de même que dans le Lac Municipal de Yaoundé, bien que ce paramètre y augmente brusquement en janvier. Dans les trois écosystèmes, les valeurs de la conductivité de l'eau suivent la même tendance d'évolution que celles de la TDS, la conductivité étant aussi plus importante dans le Lac Municipal de Yaoundé et moins dans l'étang de Melen. La diminution est graduelle de juillet à novembre, où on enregistre les plus faibles teneurs, et la conductivité augmente ensuite jusqu'en janvier dans ces milieux. L'évolution des valeurs de la DBO<sub>5</sub> dans les trois étangs est similaire. Leur valeurs augmentent graduellement entre août et novembre (321q) 2005, puis diminuent jusqu'en janvier (19q) 2006. Les valeurs moyennes sont de 63,99 mg.L<sup>-1</sup> d'O<sub>2</sub> au Lac Municipal de Yaoundé, 84,85 d'O<sub>2</sub> mg.L<sup>-1</sup> d' O<sub>2</sub> à Efoulan et 85,13 mg.L<sup>-1</sup> d'O<sub>2</sub> à Melen. Les teneurs en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> des eaux sont très faibles. Toutefois, elles augmentent de juillet (195q) à octobre (286q) 2005 dans les étangs de Melen et d'Efoulan alors qu'elles sont relativement constantes dans le Lac Municipal

de Yaoundé. La moyenne des  $\text{NO}_3^-$  à Melen est égale à celle du Lac Municipal de Yaoundé ( $0.07 \text{ mg.L}^{-1}$ ). Les concentrations en ions  $\text{NH}_4^+$  sont plus élevées dans le Lac Municipal de Yaoundé par rapport aux autres plans d'eau sauf au mois de novembre (321q) 2005 au cours duquel l'étang d'Efoulan est plus riche. De façon générale, les teneurs de l'eau en ion  $\text{NH}_4^+$  diminuent de juillet (195q) à décembre (349q) 2005 dans le Lac Municipal de Yaoundé et l'étang d'Efoulan alors qu'elles restent à peu près constantes dans l'étang de Melen

### **Caractéristiques biologiques des plans d'eau.**

#### **- Diversité des espèces de Rotifères**

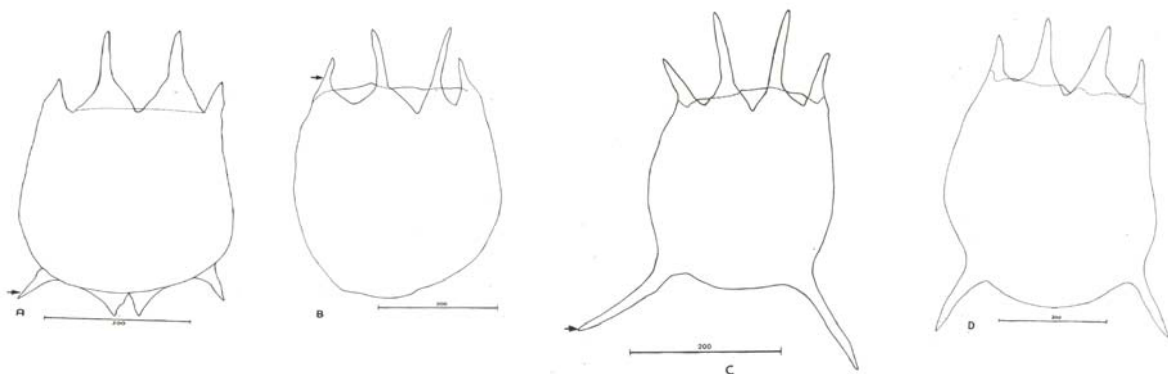
Les Rotifères sont représentés par 14 espèces dans le Lac Municipal de Yaoundé, 16 espèces dans l'étang de Mélen et 13 espèces dans l'étang d'Efoulan, appartenant aux familles des Asplanchnidae, Brachionidae, Dicranophoridae, Lecanidae, Notommatidae, Philodinidae, Synchaetidae et Trichotriidae. La famille des Brachionidae est la plus représentée avec 57.14 % des espèces dans le Lac Municipal de Yaoundé, 56.25 % dans l'étang de Mélen et 46.15 % dans l'étang d'Efoulan. Cinq espèces de Rotifères du Lac Municipal : *Asplanchna brighwelli*, *Brachionus calyciflorus*, *B. falcatus*, *B. rubens* et *B. leydigi* ; sept espèces de l'étang de Mélen : *Asplanchna brighwelli*, *Brachionus calyciflorus*, *B. falcatus*, *B. leydigi*, *Brachionus. sp.*, *B. angularis* et *Polyarthra vulgaris* ; et cinq espèces dans l'étang d'Efoulan : *Asplanchna brighwelli*, *Brachionus calyciflorus*, *B. leydigi*, *B. angularis*, et *Polyarthra vulgaris* sont des espèces pélagiques. *B. rubens* a été récolté uniquement dans le Lac Municipal de Yaoundé et *B. angularis* uniquement dans les étangs de Mélen et d'Efoulan.

#### **- Taille des Brachionidae**

Les espèces *B. calyciflorus* ont des tailles moyennes de  $412.29 \mu\text{m}$  de long sur  $359 \mu\text{m}$  de large dans le Lac Municipal de Yaoundé,  $337 \mu\text{m}$  de long sur  $306 \mu\text{m}$  de large dans l'étang de Mélen et de  $367 \mu\text{m}$  sur  $205 \mu\text{m}$  de large dans l'étang d'Efoulan. La taille moyenne de *B. quadridentatus* est de  $193 \mu\text{m}$  de long et  $199 \mu\text{m}$  de large dans le Lac Municipal de Yaoundé ;  $156 \mu\text{m}$  de long et  $163 \mu\text{m}$  de large dans l'étang de Mélen et de  $193 \mu\text{m}$  de long et  $193 \mu\text{m}$  de large dans l'étang d'Efoulan: cette espèce a une lorica plus large que longue dans les deux premiers écosystèmes. *B. rubens* mesure  $204 \mu\text{m}$  de long sur  $179 \mu\text{m}$  de large et présente une épine ventrale d'environ  $14 \mu\text{m}$  de long. *B. leydigi* est le brachion le plus volumineux de l'étang de Mélen.

#### **- Variations morphologiques chez *B. calyciflorus***

Quatre morphes (A, B, C, D) ont été identifiés chez *B. calyciflorus*. Les différences ont porté sur les épines postéro-latérales qui sont de faibles longueurs chez le morphe A, inexistantes chez B, très développées chez C et D. Ces différences ont aussi porté sur les épines antéro-latérales dressées chez les morphes A et D, légèrement inclinées chez le morphe B et orientées latéralement vers l'extérieur chez C.



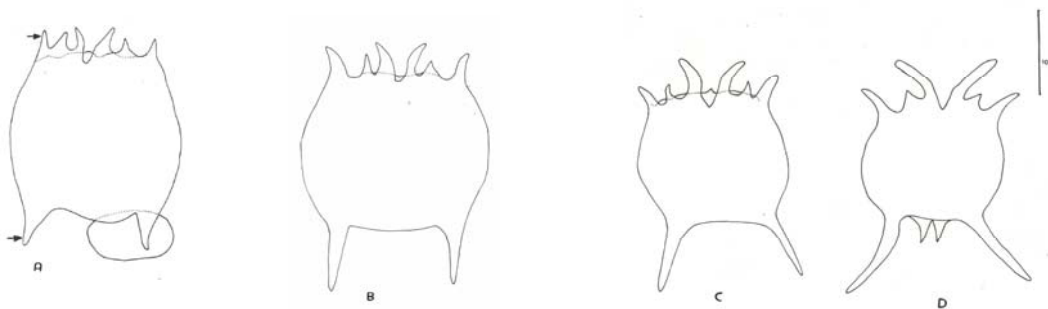
#### **- Variations morphologiques chez *B. falcatus***

Trois morphes de *B. falcatus* ont été définis. Le morphe A est caractérisé par sa grande taille, ses épines antérieures moyennes recourbées vers l'extérieur et ses épines postérieures de

l'animal tournées vers l'intérieur. Le morphe B présente quant-à lui des épines antérieures et postérieures presque parallèles. La principale caractéristique du morphe C est la courbure des extrémités de ses épines postérieures.

#### - Variations morphologiques chez *B. quadridentatus*

Quatre morphes de *B. quadridentatus* ont été retrouvés dans ces plans d'eau. Le morphe A porte des épines antérolatérales et antérieures moyennes de dimensions semblables. *B. quadridentatus* présente également des épines postérieures peu développées. Sur le morphe B, on note plutôt un rapprochement des dimensions entre les épines antérolatérales et antéromédianes d'une part et on note des épines postérieures plus développées d'autre part. Le morphe C est caractérisé par ses épines antérieures presque alignées sur l'horizontal et ses épines antéromédianes courbées vers l'extérieur. Quant au morphe D, il porte une épine antérieure moyenne plus courte que les autres épines antérieures et une épine antéromédiane plus longue et retournée vers l'extérieur. L'épine antérolatérale est également recourbée vers l'extérieur, de même que l'épine postérieure qui est plus développée que chez le morphe C.



#### - Variations morphologiques chez *B. rubens*

Il a été identifié trois morphes de *B. rubens*. Les différences ont porté essentiellement sur la taille de la lorica, plus grande chez la morphe C et moins grande chez la morphe A, et sur la longueur de l'épine ventrale plus grande chez le morphe B et moins grande chez la morphe C.

#### - Variations morphologiques chez *B. leydigi*

Trois morphes de *B. leydigi* ont été identifiés. La variation ici se situe au niveau de la taille de la lorica principalement. On note ainsi que le morphe A est la plus petite en taille. Toutefois on observe que les épines antérolatérales du morphe B sont un peu plus orientées latéralement.

## 4- DISCUSSION

### - Caractérisation physico-chimique des plans d'eau

La température des eaux de ces écosystèmes reste assez stable dans l'ensemble et ne présente qu'une faible amplitude de variation, de l'ordre de 1.8°C, comme dans la plupart des lacs tropicaux de même nature (Lewis, 1987). L'acidité des eaux des étangs aurait un rapport avec le substrat siliceux du sol de Yaoundé (Nola *et al.*, 1999). L'augmentation de la teneur en M.E.S. au Lac Municipal de Yaoundé en novembre 2005 correspond à la période de curage de la zone amont du lac. Cependant ce phénomène avait déjà été observé par Bilong Bilong (1995) en absence de tout travaux d'entretien du milieu. Les mois de septembre et octobre 2005 ont été caractérisés par une importante pluviométrie. Par ruissellement et entraînement des particules, les eaux de pluie auraient donc contribué abondamment à l'enrichissement du lac en M.E.S., quoique le relargage suite aux travaux ne soit pas négligeable. Les fluctuations des teneurs en M.E.S. dans l'étang d'Efoulan s'expliqueraient par l'érosion des berges, du bassin versant et par la pression anthropique. Les valeurs des paramètres DBO<sub>5</sub>, MES, O<sub>2</sub> dissous, TDS, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Couleur expriment l'enrichissement des trois milieux en matières organiques, et traduisent l'état hypereutrophe de leurs eaux.

## **- Caractéristique biologique des plans d'eau**

### **- Diversité des espèces de Rotifères**

Les espèces de Rotifères récoltées dans le Lac Municipal de Yaoundé représentent 10.60% des 132 espèces identifiées dans ce même plan d'eau en 2000 par Zébazé Togouet. Cette baisse de la biodiversité spécifique des Rotifères se justifierait par la forte dégradation de la qualité de l'eau du fait de la pollution. A ce propos, les étangs de Mélen et d'Efoulan sont également faiblement peuplés de Rotifères. Ceci appuierait les résultats physico-chimiques qui montrent que la qualité des eaux étudiées est fortement dégradée.

Les individus de la famille des Brachionidae sont majoritairement et régulièrement rencontrés dans les trois écosystèmes, ce qui confirme leur préférence des milieux eutrophes révélée par Pourriot (1982), idée appuyée par Lair *et al.*, (1998). Le genre *Brachionus* qui se retrouve en majorité dans ces eaux est fréquemment rencontré dans les eaux tropicales (Branco *et al.*, 2002), qui sont plus eutrophes que celles des régions tempérées (Lewis, 2000). Une relation a pu être établie entre l'effectif élevé du genre *Brachionus* et un niveau trophique élevé (Maemets, 1983 ; Branco *et al.*, 2002). Leur présence justifie également l'origine domestique de la pollution (Fernando, 1994).

### **- Taille des Brachionidae**

En comparaison avec les résultats obtenus par Zébazé Togouet (2000) les observations sur la taille des Brachionidae montrent que ces individus sont plus grands en 2006 qu'en 1997. L'augmentation de taille des espèces de cette famille pourrait être attribuée à la faible abondance des Rotifères en général, qui disposent alors suffisamment de nutriments pour assurer leur croissance. Morgan (1980) suggère à propos de la taille du zooplancton qu'en général, l'abondance d'une espèce est inversement proportionnelle à sa taille. Par ailleurs, Wallace & Snell (2001) ont montré que la qualité et la quantité de nourriture influent sur la croissance des Rotifères.

### **- Polymorphisme des Brachionidae**

Les variations morphologiques de *B. calyciflorus* suggérées par Koste & Shiel (1987) ont été observées. Cette espèce porte ou non des épines postérieures. De plus, l'orientation de ses épines antérolatérales est variable. La présence du prédateur *Asplanchna brightwelli* dans le milieu favorise le développement des épines postérieures chez *B. calyciflorus*. Lorsqu'on observe une baisse de la densité du prédateur dans le milieu, la taille et l'expansion vers l'extérieur de ces épines postérieures diminuent. En effet, Gilbert (1967) indique que la longueur relative des épines de *B. calyciflorus* est fortement et positivement corréllé à l'abondance du prédateur *Asplanchna*. L'influence de la prédation des poissons sur le polymorphisme des Rotifères n'est pas négligeable. Les différentes morphes observés chez *B. falcatus* se justifieraient par des simples variations morphologiques saisonnières. Herbert (1974) et King (1977) révèlent que les successions saisonnières se présentent chez certaines espèces de Rotifères parthénogénétiques, du fait qu'une espèce peut-être représentée dans un même biotope par une succession de populations différentes qui s'accompagne d'une hétérogénéité génétique spatiale dans les biotopes assez variés.

Green (1980) remarquait une variation de forme chez *Keratella cochlearis* en fonction de la température. Cependant aucun lien entre la température des eaux et les variations de morphes chez les Rotifères. En effet, les milieux aquatiques tropicaux sont caractérisés par une constance relative de la température. Cependant, la température est essentielle dans la production des micro-végétaux qui constituent les aliments des Rotifères qui, suivant leur alimentation, peuvent avoir des formes définies (Wallace & Snell, 2001). De plus Bilong Bilong et Njiné (1998) montrent que la température joue un rôle sur la dynamique des populations des Monogènes parasites d'*Hemichromis fasciatus* dans le Lac Municipal de Yaoundé, quoique Zébazé Togouet (2000), Kemka *et al.*, (2003) et Zébazé Togouet *et al.*, (2005) ne dressent aucune corrélation entre ce paramètre et les abondances des peuplements phytoplanctoniques et zooplanctoniques dans ce même plan d'eau. L'absence de corrélations entre ce paramètre et les variations morphologiques observées dans la présente étude semble être due au pas de prélèvement, un peu trop grand.

L'effectif de *B. calyciflorus* est positivement corrélée ( $r=0.778$ ,  $p=0.039$ ) à la conductivité électrique dans le Lac Municipal de Yaoundé, fortement et positivement corrélée ( $r=0.956$ ,  $p=0.001$  et  $r=0.927$ ,  $p=0.003$ ) aux duretés totale et magnésienne dans l'étang de Mélen. L'influence du degré de minéralisation de l'eau sur cet organisme est considérable dans cet étang. Il s'établi également des corrélations entre les espèces de Rotifères entre eux, ce qui met en évidence l'interdépendance des Rotifères dans un milieu.

*Asplanchna* est un genre sensible à la pollution organique, d'où les corrélations entre sa densité et les concentrations en ion  $\text{PO}_4^{3-}$  dans le Lac Municipal de Yaoundé et à la concentration en ion  $\text{NO}_2^-$  dans l'étang de Mélen.

L'absence de corrélations entre *B. rubens* et les facteurs physico-chimiques et biologiques du milieu, alors que cet organisme se présente sous trois morphes dans le Lac Municipal de Yaoundé nous permet de penser à un réaménagement génétique induit par des facteurs autres que ceux suscités. En effet, dans certaines conditions, telles que la rareté des nutriments, la forte variation des paramètres physico-chimiques de l'eau, l'influence de stimuli environnementaux spécifiques, il se produit une reproduction sexuée à l'origine d'une réorganisation de la structure génétique chez les Rotifères (Wallace & Snell, 2001).

Les corrélations établissent un rapport entre les variables corrélées dans le milieu naturel. Or la connaissance de l'action précise d'une variable corrélée au polymorphisme des Rotifères permettrait d'établir des procédés meilleurs de nutrition des alevins de poissons ou d'entretenir des plans d'eau. Il est question de tenir en compte dans les plans d'eau étudiés, l'étude de la casuistique des effets des variables révélées corrélées au polymorphisme des Rotifères.

## 5- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGENDIA P., AMOUGOU AKOA, FONKOU T., MEFENYA R., SONWA J. & KENGNE J.M., 1996. Le lagunage : Technologie d'assainissement approprié au contexte africain. Actes des JNR 96, MINREST, Yaoundé : 273-285.
- APHA, 1985. Standard methods for the examination of water and waste water, 16th ed. APHA, Washington DC.
- BARROIN G., 1980. Eutrophisation, pollution nutritionnelle et restauration des lacs. In : Gauthier Villas éd., **La pollution des eaux continentales. Incidence sur les biocénoses aquatiques**, Paris, 75-96.
- BILONG BILONG C.F. & NJINE T., 1998. Dynamique des populations de 3 monogènes parasites d'*Hemichromis fasciatus* Peters, 1858 dans le Lac Municipal de Yaoundé et intérêt possible en pisciculture intensive. *Ann. Fac. Sci. Univ. Ydé I. Série Sci. Nat. et vie*. PP. 295-303.
- BILONG BILONG C.F., 1995. *Les monogènes parasites des poissons d'eau douce du Cameroun ; biodiversité et spécificité, biologie des populations inféodés à Hemichromis fasciatus*. Thèse Doct. d'Etat, Univ. Ydé. I., Cameroun, 341 p.
- BRANCO C.W.C., ROCHA M.I.A., PINTO G.F.S., GOMARA G.A. et DE FILIPPO R., 2002. Limnological features of funil reservoir ( R.J., Brazil) and indicator properties of rotifers and cladocerans of the zooplankton community. *Lakes Reserv.: Res. And Manage*, 7: 87-92.
- CHIAMBENG G.Y., DUMONT H.J. & SEGERS H., 1991. Contribution to the knowledge of

the zooplankton fauna of Cameroon: Some new records of Rotifera. *Biol. Jb. Dodonaea*, 59 : 125-131.

DE BEAUCHAMP P., 1965. Classe des Rotifères. In : P.P. Grassé éd., **Traité de zoologie**, Paris IV, pp 1225-1379.

FERNANDO C.H., 1994. Zooplankton, fish and fisheries in tropical freshwater. In : Dumont H.J.; Green J. et Masundire M. ed., **Studies on the ecology of tropical zooplankton, K.A.P.**, New York., 272 : 105-123.

FERNANDO M. D., JANSSEN C.R., ANDREU E & PERSOONE G., 1993. Ecotoxicological studies with the freshwater rotifer *Brachionus calyciflorus* II. An assessment of the chronic toxicity of lindane and 3,4 dichloroaniline using life table. In: Gilbert J.J., Lubzens E. et Miracle M.R. eds., **Rotifer symposium VI, K.A.P.**, *Hydrobiol.*, 255/256 : 33-40.

FOTO MENBOHAN S. 1989. *Etude de la pollution de deux cours d'eau à Yaoundé : l'Abiergué et le Mfoundi : Etudes physico-chimique et biologique*, Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, Univ, Yaoundé, Cameroun, 142p.

FOTO MENBOHAN S. & NJINE T., 1998. Distribution et dynamique des populations des ciliés dans deux cours d'eau urbains : l'Abiergué et le Mfoundi à Yaoundé, *Ann. Fac. Sci., Univ. Yaoundé I, série Sci. Nat. Et vie*, 34(2) : 269-279.

GILBERT J.J., 1967. *Asplanchna* and postero-lateral spine production in *Brachionus calyciflorus*. *Arch. Hydrobiol.*, 64 : 1-62.

GOPAL B. et WETZEL R.G., 1995. Limnology in developing countries. International Scientific Publication, New Dehli, India.

GREEN J., 1972. Ecological studies on Crater lakes in West Cameroon. Zooplankton of Barombi-Mbo, Mboandong, lake Kotto and lake Soden. *J. Zool. Lond.*, 166 : 283-301.

GREEN J., 1973. A new species of *Oncocypris* (*Ostracoda*) from a crater lake in West Cameroon, *J. Zool. Lond*, 171: 251-256.

GREEN J., 1977. Dwarfing of rotifers in tropical crater lakes, *Arch. Hydrobiol. Beich.*, 8 : 232-236.

GREEN J., 1980. Asymmetry and variation in *Keratella tropica*. *Hydrobiologia*, 73 : 241-248.

HABERMAN J., 1998. Zooplankton of lake Vörtjäv. *Limnol.*, 28: 49-65.

HERBERT P.D.N., 1974. Ecological differences between genotypes in a natural population of *Daphnia magna*. *Heredity*, 33 : 327-337.

KEMKA N., NJINE T., ZEBAZE TOGOUET S.H., NIYITEGEKA D., MONKIEDJE A., FOTO MENBOHAN S., NOLA M. & COMPERE P., 2003. Quantitative importance of



- Cyanobacteria populations in a hypertrophic shallow lake in the Subequatorial African region (Yaounde Municipal Lake, Cameroon). *Arch. Hydrobiol.* 156(4) : 495-510.
- KING C.E., 1977. Genetics of reproduction, variation, and adaptation in rotifers. *Archiv für Hydrobiologie Beiheft* 8:187-201
- KOSTE W., 1978. *Rotatoria. Die rädertiere mitteleuropas*. I. & II, Borntraeger ed, Berlin, 2 vols, 673 p, 234 p.
- KOSTE W. & SHIEL R.J., 1987. Rotifera from Australian Inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta), *Invertebr. Taxon.*, 7 : 949-1021.
- LAIR N., REYES-MARCHANT & JACQUET V., 1998. Développement du phytoplancton, des ciliés et des rotifères sur deux sites de la Loire moyenne (France), en période d'étéage, *Annl. Limnol.*, 34: 35-48.
- LEGENDRE L. & WATT W.D., 1972. On a rapid technique for plankton enumeration, *Annl. Int. Oceanogr.*, XLVIII : 173-177.
- LEWIS W.J., 1987. Tropical limnology, *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 18: 159-185.
- LEWIS W. M. J., 2000. Basis for the protection and management of tropical lakes. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 5: 35-48.
- MAEMETS A., 1983. Rotifers as indicators of lake types in Estonia. *Hydrobiologia*, 104: 357-361.
- MORGAN N.C., BACKIEL T., BRETSCHKO G., DUNCAN A., HILLBRICHT-ILKOWSKA A., KAJAZ Z., KITCHELL J.F., LARSSON P., LEVEQUE C., NAUWERCK A., SCHIEMER F. THORPE J.E., 1980. Secondary production in the functioning of freshwater ecosystems IBP handbook 22, éd. **Lecren (E.D.) and lowe – Mc Connell R.H.**, Cambridge Univ. Pr.
- NOLA M., NJINE T., MONKIEDJE A. & TAILLIEZ R., 1999. Approche colimétrique des eaux de la nappe phréatique superficielle de la ville de Yaoundé (Cameroun), *Microb. Hyg. Ali.*, 31: 9-13.
- POURRIOT R. & FRANCEZ A.J., 1986. *Rotifères*. Introduction pratique à la systématique des organismes des eaux continentales françaises. *Bull. men. Soc. Lin. Lyon*, 37 p.
- POURRIOT R., 1982. Ecologie du plancton des eaux continentales. *Masson*, Paris.
- SHIEL R.J., 1995. *A guide to identification of Rotifers; Cladoceraus and Copepods from Australian Inland water*, CRCFE Ident. Guide 3, 144 p.
- TELESH I.V., 1993. The effect of fish on planktonic rotifers. In : Gilbert J.J., Lubzens E. and Miracle M.R. eds., **Rotifers symposium VI, K.A.P.**, *Hydrobiol.* 255/256 : 289-296.

- WALLACE R.L. & SNELL T.W., 2001. Phylum Rotifera. In: Ecology and Classification of North American Fresh water Invertebrates. Acad. Press éd., New York, 8 : 195-254.
- ZEBAZE TOGOUET S.H., 2000. *Biodiversité et dynamique des populations du zooplancton (Ciliés, Rotifères, Cladocères et Copépodes) au lac municipal de Yaoundé (Cameroun)*, Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Ydé. I., Cameroun, 175 p.
- ZEBAZE TOGOUET S.H., NJINE T., KEMKA N., NOLA M., FOTO MENBOHAM S., MONKIEDJE A., NIYITEGEKA D., SIME-NGANDO T., JUGNIA L.B., 2005. Variations spatiales et temporelles de la richesse et de l'abondance des Rotifères (Brachionidae et Trichocercidae) et des cladocères dans un petit lac artificiel eutrophe situé en zone tropicale. *Rev. Sci. Eau* : 18(4) :485-505.