

**UNIVERSITE DE KISANGANI  
FACULTE DES SCIENCES**

**DEPARTEMENT D'ECOLOGIE  
CONSERVATION DE LA NATURE**

**EVOLUTION SPATIO - TEMPORELLE  
COMPAREE DE LA QUALITE BIOLOGIQUE  
DE L'EAU DES RUISSEAUX KABONDO  
ET KONGA - KONGA A KISANGANI  
(PROVINCE ORIENTALE)**

Par

**Antoine MBIYE LUFULUABO**

**MEMOIRE**

Présenté et défendu pour l'obtention  
du grade de **LICENCE EN SCIENCES**  
Option : **BIOLOGIE**

Orientation : Protection de la Faune

Directeur : Prof. Dr.Ir. NYONGOMBE UTSHUDIENYEMA

Encadreur : C.T. KANKONDA BUSANGA

Année Académique 1996-1997

Deuxième Session

## DEDICACE

Je puis tout par celui qui me fortifie. (Philip. 4:13)  
Que la gloire, la puissance et le règne soient reconnus à notre seigneur et sauveur  
Jésus-Christ pour tous ses bienfaits.

A mon père Docteur MBIYE LUKUSA KONDO, ton amour du travail laisse en moi  
un impact indélébile. Ce travail est le fruit de ton investissement.

A ma mère MULANGA NGANDU, que ce travail te présente une joie inestimable.

A mes frères et sœurs MBIYE, mon affection pour vous est sans limite. Amour  
fraternel.

A mon beau frère Docteur NGALAMULUME KANDE et son épouse MBIYE KANKU, ce  
travail est l'accomplissement de vos souhaits.

A mon oncle paternel MUNIELA KABAMUSU et famille, ce travail vous est offert  
pour témoigner tout mon attachement.

A mon neveu Docteur DAVID DITALALA KASHALA et à tous, veuillez accepter ce  
gage de mon infinie reconnaissance.

A ma future épouse et à mon humble personne.

Je dédie ce travail.

ANTOINE MBIYE LUFULUABO.

## AVANT-PROPOS

Il n'y a pas au monde un plus bel excès que celui de la reconnaissance.  
(Voltaire).

La joie qui nous inonde en ce moment est tellement incommensurable qu'on ne peut s'imaginer avec quelle peine nous endurâmes cette corvée dont le succès se réclame de l'apport de plus un.

Nos remerciements s'adressent au Prof. Dr. Ir NYONGOMBE UTSHUDIENYEMA, secrétaire à l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques et Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Kisangani, qui malgré ses multiples occupations académiques, a bien voulu dirigé ce travail. Nous lui exprimons notre profonde gratitude.

Nous remercions sincèrement aussi le chef de travaux KANKONDA BUSANGA, c'est grâce à sa ferme volonté, à ses multiples conseils et suggestions que nous avons su donner un sens à ce travail.

Que tous les corps professoral, Académique et scientifique de la Faculté de Sciences trouvent dans ces lignes, l'expression de notre profonde gratitude.

Nous ne passerons pas inaperçu tous ceux-là, par leur concours matériel ou moral nous ont assisté, il s'agit de la famille KAMANGO, famille MUKENDI KAPOTELA, famille RENE NGONGO, GUY MAG MUNDELA, HENRY MWAMBA, THEODORE MUKUMBULE, KAKULE MPALASA, FREDDY MUYA, MICHELLE NGWANGWATA, IRENE BIWAGA, MARTHE NDELELA, DANIEL LUZEMBE, EDOUARD TUAKASHIKILA, WILLY TSHITENGE, EMERY KWEMER, JOLI LUEAMBA, HERACLITE BIKUMBU, M.P. MEUYI, SOLOMO, JHON TSHIMEALANGA, THIERRY ILUNGA, Tonton WANSWA, TANTINE MONIQUE, TANTINE VIVIANE MUTSHIPAYI.

Enfin, à tous et à chacun, nous témoignons l'expression de sincère et profonde reconnaissance.

Merci, ANTOINE MBIYE LUFULUAEO.

## RESUME

Les 72 échantillons de macro-invertébrés benthiques récoltés de Janvier à Décembre 1997, renfermaient 2926 spécimens répartis dans 42 familles regroupées dans différents ordres appartenant à cinq groupes faunistiques suivants : insectes, mollusques, achètes, crustacées, hydracariens. Les 71,4% de nos échantillons sont constitués de groupes faunistiques bioindicateurs.

Les résultats obtenus pendant les 4 campagnes de caractérisation physico-chimique des ruisseaux Konga-Konga et Kabondo ont montré que l'eau est de qualité légèrement supérieure par rapport à celle évaluée avec les indices biotiques.

Dans l'ensemble, le ruisseau Kabondo est moins pollué que Kongo-konga, la biodiversité et la qualité de l'eau varient dans le temps et dans l'espace. En général, l'eau est de qualité pauvre.

## ABSTRACT

The 72 samples of the aquatic invertebrates macro collected from January to December 1997, contained 2926 specimens distributed into 42 families gathered in different orders belonging to 5 following fauna groups : Insects, molluscs, leeches, crustaceans and hydracarina. The 71,4% of our samples are made up of the fauna groups bio-indicators.

The results obtained during 4 campaigns of physical chemical characterisation of Konga-konga streams and Kabondo have shown that the water slightly exceeds good quality in comparison with that one assessed with the biotic sign.

On the whole, the streams of Kabondo is less polluted than Kongo-konga's. The biodiversity and the quality of the water changes in time and space. Generally, the water is of bad quality.

## CHAPITRE I. INTRODUCTION

### I.1. Généralités

La contamination d'un plan d'eau quelle qu'en soit la nature, se traduit par deux phénomènes très généralement constatés : la disparition d'un nombre plus ou moins grand d'espèces de la biocénose caractéristique et l'apparition, dans certain cas, d'espèces nouvelles. Le premier phénomène correspond à une diminution du nombre des espèces et le second à la prolifération d'un nombre limité d'espèces adaptées à la nature de la pollution (VERNEAUX et al, 1967).

Selon TACHET et al (1980), ces biocénoses sont principalement constituées des macrophytes et microphytes aquatiques ainsi que les vertébrés et invertébrés aquatiques. Les invertébrés des eaux douces comprennent deux grands ensembles :

- les micro invertébrés dépassent rarement les millimètres et constitués des protozoaires, certains plathelminthes, la majorité de Némathelminthes, les rotifères, les Tardigrades, les cladocères, les ostracodes, les copepodes et les hydracariens.
- les macro invertébrés sont représentés par des organismes dont la taille est rarement inférieure au millimètre en fin de développement larvaire ou au stade imaginal.

Pour MICHA et NOISET (1982) et MASON (1991), les macro invertébrés benthiques constituent par leur grande diversité taxonomique et écologique, un des groupes d'organismes le plus intéressants pour traduire l'état biologique d'un écosystème aquatique d'eau courante. Ils ont également l'avantage d'être facilement prélevés, conservés et identifiés sans traitement particulier ni grande spécialisation.

Plusieurs méthodes ont été mises au point pour la détermination de la qualité des eaux et de leur degré de pollution en fonction de la présence ou de l'absence des animaux ou végétaux bioindicateurs. Entre autre, nous citons : le système saprobien défini par KOLKWITZ, WURTZ, puis passé en revue par SLADCEK, il est largement utilisé en Europe continentale; nous avons également les méthodes de contrôle basées d'une part sur l'indice biotique reposant sur un échantillonnage des invertébrés aquatiques (benthos et périphytons) et d'autre part sur l'analyse de la structure d'une communauté par l'indice de diversité (MASON, 1991).

Les méthodes qui ont fait leurs preuves en Europe, ne sont pas forcément bonnes dans les conditions très différentes de l'Afrique. DAJOZ (1975) souligne le rôle des écologistes dans la mise sur pied des méthodes neuves, originales en fonction de l'ensemble de la biosphère.

Il existe également des méthodes chimiques d'appréciation de la qualité d'eau. Elles reposent sur les mesures des paramètres physico-chimiques tels que l'oxygène dissous, la conductivité électrique de l'eau, le Ph, la température de l'eau, etc.

Jusqu'à présent, la plupart des travaux traitant de la pollution des eaux avaient pour base, l'analyse physico-chimique du milieu. Depuis quelques années, parallèlement au développement et à la diversification de l'industrie, ainsi qu'à l'extension des villes, l'idée que beaucoup des problèmes relatifs à la pollution devraient s'accompagner d'une étude approfondie de la flore et de la faune a gagné du terrain. La reconnaissance de l'importance de l'analyse biologique a amené les chercheurs à développer des techniques de recherche et de mode d'expression des résultats pour traduire la qualité de l'eau à partir des organismes indicateurs (MARSDEN, s.d).

Pour HUET, cité par MARSDEN (s.d), la présence avérée d'un produit chimique dans une eau ne signifie pas nécessairement qu'il y a pollution. L'analyse physico-chimique appliquée exclusivement, ne signifie rien en elle-même, car elle ne peut traduire l'effet bénéfique ou néfaste de cette substance sur le milieu. Par contre, les résultats des analyses biologiques recèlent plus des renseignements en eux-mêmes sur la qualité de l'eau que les analyses traditionnelles. Et l'examen de la faune et de la flore permet de définir et de comprendre le milieu envisagé sur un laps de temps beaucoup plus long, donc plus valable.

MARSDEN (op. cit.) souligne cependant que l'analyse biologique ne remplacera jamais l'analyse physico-chimique classique, mais il faut bien reconnaître que si on admet que le milieu naturel dans lequel nous vivons, est un facteur très important, si non prépondérant, l'utilisation des organismes indicateurs pour la détermination et définition du degré de pollution se révèle être une méthode d'évaluation plus complète et plus exacte qu'une analyse physico-chimique dont les résultats n'auraient pas été intégrés dans les données concernant l'ensemble du problème.

A l'échelle de la planète, les mers et les océans accaparent 97,5% de l'eau totale. Si l'on soustrait ensuite l'eau des glaciers et des nappes souterraines, l'eau douce la plus accessible : rivières, lacs, autrement dit l'eau douce de ruissellement, ne représente que 0,007% de l'eau totale. Vu la montée de nos besoins et des déchets, l'eau douce devient une denrée toujours plus rare donc précieuse, alors que son offre est absolument limitée dans la nature. Un pourcentage croissant, probablement un quart devient impropre à la vie des organismes et à la consommation parce qu'elle est "gâchée" par la pollution (sources UNESCO, 1996).

Le premier séminaire national sur le Plan National d'Action Environnemental (P.N.A.E) tenu à Kinshasa du 15 au 18 Juillet 1996, sous le haut patronnage de Monsieur le Ministre de l'Environnement, Conservation de la Nature et Tourisme, en collaboration avec le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), avait retenu la pollution et l'altération des eaux du lac, du fleuve et des rivières parmi les priorités actualisées.

CALAMARI et NAEVE (1994) entendent par pollution du milieu aquatique, l'introduction directe ou indirecte par l'homme des substances ou d'énergie dans le milieu aquatique causant des effets nuisibles tels que dommage aux ressources biologiques, risque pour la santé de l'homme, entrave aux activités maritimes, y compris la pêche, l'altération de la qualité de l'eau du point de vue de son utilisation et dégradation des valeurs d'agrément.

## 1.2. BUT ET INTERET DU TRAVAIL

### BUT DE L'ETUDE

- Déterminer la composition taxonomique des communautés macro-benthiques de quelques ruisseaux de Kisangani, notamment le ruisseau Konga-konga et le ruisseau Kabondo;
- Déterminer la qualité biologique de l'eau dans ces deux ruisseaux par la méthode Anglaise : Biological Monitoring Working Party (BMWP) score;
- Comparer l'évolution dans le temps et dans l'espace de la qualité de l'eau des ruisseaux étudiés.

## INTERET DU TRAVAIL

- Sur le plan scientifique, cette étude contribue à la connaissance de la biodiversité aquatique équatoriale qui demeure peu ou pas connue pour notre continent en général et dans notre pays particulièrement;
- L'étude importe dans la mesure où les macro-invertébrés benthiques jouent un rôle important dans l'écosystème des eaux courantes. Ils occupent en effet, des niches variées et constituent un maillon essentiel du réseau de transfert de matière et d'énergie entre les végétaux et les poissons (BOURNAND et al, 1980);
- Sur le plan Pratique :
  - la connaissance de la qualité biologique des eaux peut intervenir comme moyen prophylactique pour certaines maladies. De même, elle permet de détecter le foyer de pollution à combattre;
  - la connaissance du degré de pollution de nos milieux aquatiques s'avère indispensable pour les hydrobiologistes et aquaculteurs dans leurs travaux d'aménagement;
  - l'utilisation des macro-invertébrés benthiques comme bio-indicateurs de la qualité de l'eau diminue le coût de la recherche par sa commodité, contrairement à l'analyse physico-chimique qui exige les produits chimiques et matériels sophistiqués coûteux.

### I.3. MILIEU D'ETUDE

#### I.3.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET CLIMAT DE KISANGANI

Kisangani, chef lieu de la Province Orientale est situé au Nord-Est de la cuvette Congolaise entre 0°31' de latitude Nord et 25°11' de longitude Est, à 396 m et s'étend sur une superficie de 1910 Km<sup>2</sup>.

Selon la classification de KÖPPEN, la ville de Kisangani appartient au groupe Af, des climats tropicaux humides à température moyenne du mois le plus froid égale à 18°C et la hauteur moyenne des pluies du mois le plus sec est supérieure à 60 mm. Les pluies y sont abondantes, mais accusent une baisse en Décembre et en Janvier et de Juin à Août, faisant ainsi apparaître deux petites saisons relativement sèches (NYAKAEWA, 1982).

Quelques précipitations mensuelles de l'année 1997, période durant laquelle nous avons récolté les données du travail, sont présentées dans le tableau n°1.

Tableau n°1 : Les moyennes mensuelles des précipitations en mm  
l'année 1997 à Kisangani

de

Mois	JAN	FEV	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUL	AOÛT	SEPT	OCT	NOV	DEC
Précipitations	53,6	-	-	-	-	-	156,4	164,4	97,6	68,4	-	-

L'insuffisance des données du tableau n°1 est due au fait que la Division Provinciale de la Météorologie n'a pas travaillé convenablement à cause de l'insecurité qui régnait au pays pendant la guerre.

### I.3.2. RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Selon GOLAMA (1989), la ville de Kisangani présente une grande potentialité en réservoir d'eau douce qu'il est possible d'utiliser comme source de protéine. Mais on ne dispose pas assez de données sur la nature chimique des eaux, sur la composition, la biomasse et la production de leurs flore et faune.

Le réseau hydrographique est dominé par le fleuve Congo, entrecoupé de nombreux rapides dont ceux de WANIE-RUKULA (environ 60 Km en amont de Kisangani) et de WAGENIA à Kisangani, qui sont parmi les plus importants. Il comprend deux rivières : Lindi et Tshopo sur la rive droite du fleuve, qui se jettent dans celui-ci à 15 Km en aval de Kisangani, et plusieurs ruisseaux coulant à travers la ville pour se jeter soit dans le fleuve, soit dans la rivière Tshopo.

Le ruisseau Kabondo dans le sens Sud-Nord pour rejoindre la rivière Tshopo en passant par le Plateau Boyoma, au niveau du quartier BOTUMBE, donc de la commune de Kabondo à celle de MAKISO; tandis que le ruisseau KONGA-KONGA traverse deux communes : Kabondo et Kisangani, dans le sens Nord-Ouest et afflue au fleuve, un peu en amont des chutes Wangenia.

### I.3.3. CHOIX ET DESCRIPTION DES BIOTOPES

Nos investigations se sont effectuées sur les deux ruisseaux de la rive droite de Kisangani, il s'agit de Kabondo et de Konga-konga qui prennent leur source au même endroit. Chacun des ruisseaux avait trois stations, retenues en fonction de la représentativité de différents milieux notamment la source, le cours moyen et le cours inférieur.

#### STATION I. (KONGA-KONGA 1.)

Cette station est située aux environs de la station térrienne de Konga-konga à Kisangani, avec une profondeur variant de 0,1 à 0,5 m et 1 à 5m de largeur; l'eau est claire et coule rapidement. Le fond est constitué de bloc de pierre couvert d'un peu de sable et de boue. La station est couverte à 50% par des arbres. Le peuplement végétal comprend principalement dans l'eau : mousses et algues, aux bords : Helucia aubletii (Stomataceae), Moussanga cercopioides (Moraceae), Elaeis guineensis (Aracaceae) et Commelina diffusa (Commelinaceae). Les bordures comprennent également de blocs des pierres et le lieu est exploité par la population environnante pour le bain et la lessive.

#### STATION II. (KONGA-KONGA 2.)

Elle est située au point de croisement de la route Bangboka et du ruisseau Konga-konga. La largeur est de un à deux mètres et la profondeur varie de 0,5 à 1m. L'eau est peut claire et coule lentement. La station est ouverte à 100% avec un fond vaseux. Le peuplement végétal comprend aux bords : Panicum maximum (Poaceae) et dans l'eau, nous avons des algues. Le lieu est exploité pour le nettoyage de véhicules.

#### STATION III. (KONGA-KONGA 3.)

Elle est située sur le Boulevard Mobutu, à quelques mètres de son croisement avec la route Bangboka, dans la commune de Kabondo. La largeur est de 0,5 à 1m et la profondeur est de 0,5 à 1m. L'eau est brun-claire et coule lentement à ce niveau. La station est ouverte à 50% avec un fond argilo-sableux.

Aux bords, nous avons le peuplement végétal suivant :

Panicum maximum (Poaceae) et Commelina diffusa (Commelinaceae) et dans l'eau, il est dominé par les algues. Cette station est entourée de part et d'autre, de champ de manioc et de patates douces.

#### STATION IV. (KABONDO 1.)

Elle est située dans le quartier BOTUMBE de la commune de MAKISO, vers l'ancienne route de Buta. La largeur est 1 à 5 m et la profondeur est de 0,5 à 1m. L'eau brun-claire coule lentement avec un fond sableux renfermant des graviers. La station est ouverte à 50% et la végétation comprend : Panicum maximum (Poaceae), Commelina diffusa (Commelinaceae) et le champ de manioc et de patates douces. Le milieu est régulièrement perturbé par des pêcheurs qui érigent des barrières pour limiter le déplacement des poissons.

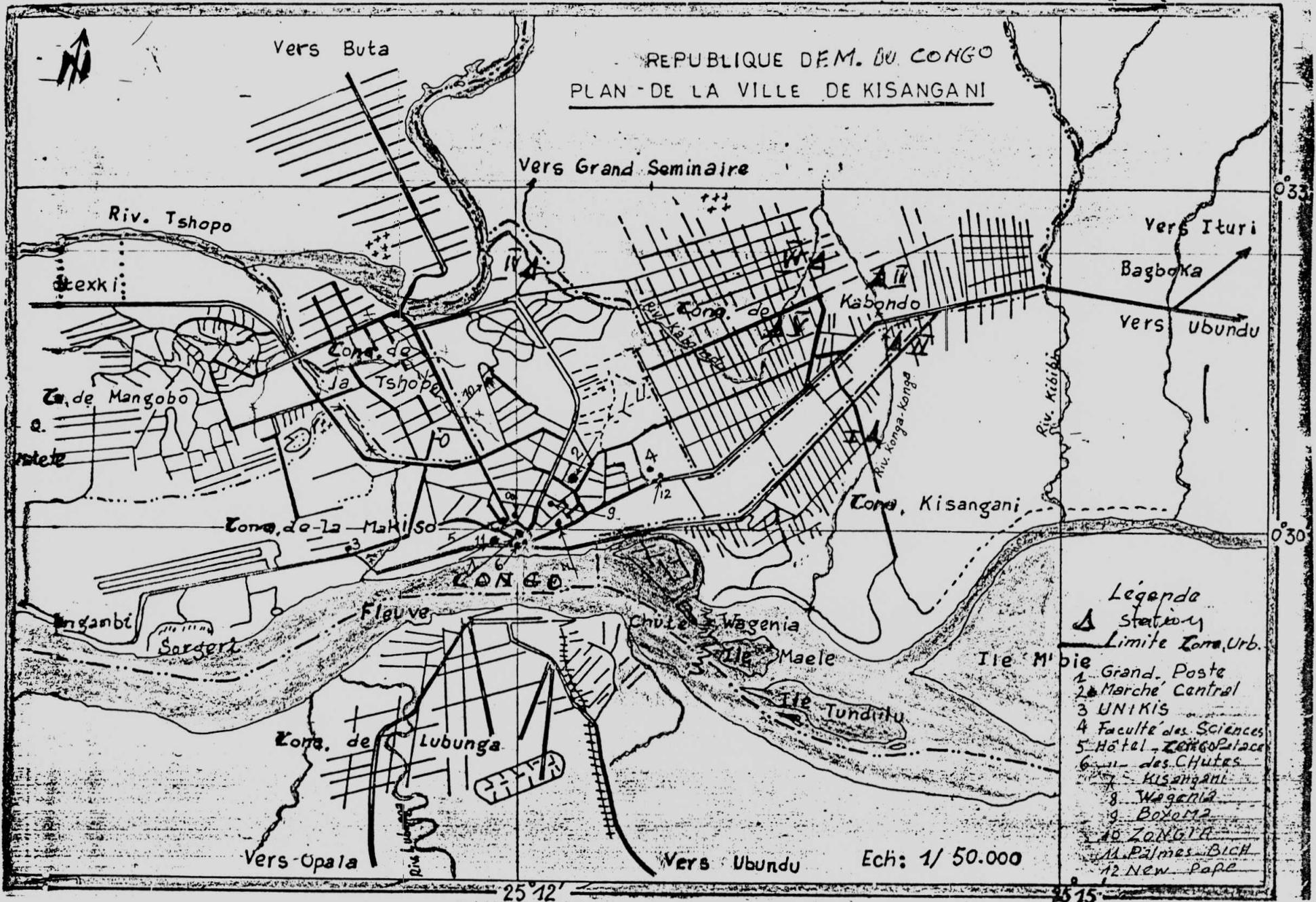
#### STATION V. (KABONDO 2.)

La station se trouve au croisement de la 7ème avenue et la 5ème trans, dans la commune de Kabondo. Le fond est sableux avec un peu de boue. L'eau est claire et coule à une vitesse modérée. La profondeur est de 0,1 à 0,2m avec une largeur de 1 à 5m. La végétation comprend au bords : Elaeis guineensis (Arecaceae), Mangifera indica, Commelina diffusa (Commelinaceae) et Panicum maximum (Poaceae). Les rives sont occupées par des maisons d'habitation dont les installations hygiéniques déversent les déchets dans le ruisseau.

#### STATION VI. (KABONDO 3.)

Elle est située au croisement de la 18ème avenue et la 10ème trans, dans la commune de KABONDO. La largeur est de 1 à 2m et la profondeur de 0,1 à 0,5m. La vitesse est modérée. Le fond est sableux avec un peu de boue. La couleur de l'eau variée de sombre à claire. La station est couverte à 30% de Elaeis guineensis (Arecaceae), nous avons également Panicum maximum (Poaceae) et Commelina diffusa (Commelinaceae) qui constituent la végétation herbacée. A ce niveau l'eau est utilisée pour le bain, la lessive et la vaisselle.

La figure n°1. Donne la position de chaque station sur les deux cours d'eau.



Legende :

I ▲	station I	IV ▲	station IV
II ▲	station II	V ▲	station V
III ▲	station III	VI ▲	station VI

## CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

Le travail s'est déroulé de janvier à décembre 1997. Durant cette période, 72 échantillons de macro-invertébrés benthiques ont été récoltés et quatre campagnes de caractérisation physico-chimique ont été menées (suivant les saisons de Kisangani).

### 1. SUR LE TERRAIN

La récolte se faisait à l'aide d'un filet troubleau de 0,5 mm de maille, d'une manche métallique de 2m de long (DE PAUW et VANHOCHEN, 1983).

La technique consiste à plonger le filet dans l'eau en remontant le courant tout en le trainant sur le fond, au bord, en plein eau et à la surface pour capturer les macro-invertébrés se trouvant dans ces différents milieux. Nous parcourions ainsi pour se faire, une distance d'eau plus 10 fois la longueur du cours d'eau, selon que la récolte était fructueuse ou pas, la récolte dure cinq minutes par station.

Le contenu du filet est déversé chaque fois dans un bac blanc en plastique où s'opérait le tri manuel des individus macro-benthiques à l'aide d'une paire de pinces entomologiques. Les spécimens ainsi récoltés sont conservés dans les flacons numérotés selon les mois et les stations, contenant le formol à 4%.

Quant aux paramètres physico-chimiques de la pollution, nous avons réalisé deux campagnes de caractérisation physico-chimique en saison relativement sèches et deux autres en saisons de pluies.

Les analyses physico-chimiques ont porté sur les principaux paramètres de pollution de type urbain suivant :

l'oxygène dissous (O<sub>2</sub>), la température (T°), le potentiel d'Hydrogène (pH) et la conductivité électrique.

#### 2.1.1. La température et le pH.

Nous avons obtenu les valeurs de ces 2 paramètres grâce au pHmètre de marque pHmeter CG.838 SCHOTT GERATE.

ARRIGNON (1976) souligne la présence en dissolution des gaz, des composés minéraux et des composés organiques, en proportion variables dans toute eau naturelle.

La température de l'eau affecte sa densité et sa viscosité, la solubilité des gaz et en particulier de l'oxygène, les vitesses de réactions chimiques et biochimiques. Ces variations ont un impact significatif dans le développement des espèces animales vivant dans l'eau, ce qui entraîne une fluctuation dans l'équilibre écologique. Chaque espèce ne peut vivre que dans un certain intervalle de température et de pH, hors du quel, elle est amenée à disparaître.

Le pH, cologarithme de la concentration des ions hydrogènes dans l'eau, exprime l'acidité, la neutralité ou l'alcalinité suivant qu'il se situe respectivement dans la bande de 0 à 7, 7 ou 7 à 14. Son effet se fait sentir surtout par son influence dans l'équilibre sur les autres facteurs. La bande de pH de 5 à 9 constitue la limite tolérable pour la plupart des espèces (ARRIGNON, 1976).

### 2.1.2. L'oxygène

L'oxygène est déterminé in situ par l'oxygène meter PIERRON. L'oxygène dissous constitue 21% (en volume) de l'atmosphère et environs 35% du volume des gaz dissous dans l'eau.

En ce qui concerne la masse, l'eau est pauvre en oxygène. Par conséquent beaucoup d'invertébrés viennent s'approvisionner en air à la surface, d'autres restent constamment immergés mais entourés d'une bulle d'air qui est retenue par un freinage très dense de poils hydrophobes (DAJOZ, 1975).

### 2.1.3. La conductivité

Elle est déterminée par le conductimètre LEITFAHIGKEIT et s'exprime en microsiemens/cm. Elle est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1 cm<sup>2</sup> de surface, séparées l'une de l'autre par une distance d'un cm.

La conductivité électrique de l'eau (capacité qu'à l'eau de faire passer le courant) augmente avec les déversements des eaux usées, la teneur en sels dissous électrolysables, la mobilité des ions, la température et influe sur des migrations, voire des mortalités massives de certaines espèces (RODIER, 1978).

D'après ARRIGNON (1976), la plupart des espèces aquatiques peuvent supporter facilement des variations relatives de la teneur en sels dissous, à condition que

la minéralisation totale ne subisse pas de très grandes variations. Dans le cas contraire, il se produira des migrations ou des mortalités massives.

Les appréciations de certains facteurs physiques (largeur, exposition, vitesse, profondeur, nature du fond et du bord) sont faites selon la classification trouvée dans DE PAUW et VANHOHEN (1983).

En annexe I, nous présentons cette fiche d'appréciation.

## II.2. Au laboratoire

Les macro-invertébrés mis dans les flacons, sont triés à l'oeil nu ou à l'aide d'un binoculaire de marque LEICA WILD HEERBRUGG mg de grossissement 6 à 50 fois.

L'identification des spécimens jusqu'au niveau de la famille s'est effectuée conformément aux clés de détermination suivantes : VILLIERS, 1943; MACAN, 1977; HYNES, 1977; TACHET et al, 1980; BROWN, 1980; DURAND et LEVEGUE, 1981; DANISH BILHARZIOSIS LABORATORY et O.M.S, 1981; MICHA et NOISET, 1982; SCHOLTZ et HOLM, 1985; CRANSTON et al, 1987; ELLIOTT et al, 1988; SAVGE, 1989; EDINGTON et HILDREN, 1985; RICHOUX, 1982; DETHIER et al 1986 et VERGON et al, 1993.

Après l'identification, les échantillons sont conservés au laboratoire d'Ecologie Animale de la Faculté des Sciences (UNIKIS)

## II.3. Calcul de l'indice chimique de pollution

Les valeurs de différents paramètres physico-chimiques sont transformées en Indice chimique suivant les calculs proposés par PRATI (tableau 2).

Tableau 2 : Transformation des paramètres physico-chimiques en indice chimique

Paramètres	Transformations
pH	$X_{5-7} = 2(7-Y)$ $X_{7-9} = (Y-7)^2$
Oxygène	$X_{<50} = 4,2 - 0,437(100-y/5) + 0,042 (100-Y/5)^2$ $X_{50-100} = 0,08 (100-Y)$ $X_{>100} = 0,08 (Y-100)$
Conductivité	$X = 0,002655 Y$

Source: TSHIKAYA, 1989.

X : valeur de l'indice chimique de pollution

Y : valeur de paramètre physico-chimique

Le résultat de chaque transformation nous donne la valeur de l'indice chimique pour un paramètre donné à une date déterminée. La moyenne aux différentes dates constitue l'indice chimique d'une station pour ce paramètre donné. Ensuite, nous avons calculé la moyenne de tous les indices pour une station en vue d'obtenir l'indice chimique global.

L'interprétation de l'indice chimique global pour les différentes stations est donnée par Prati (tableau 3)

**Tableau 3 : Interprétation de l'indice chimique (IC) selon PRATI**

Valeur IC	Signification
0 - 1	non pollué
1 - 2	légèrement pollué
2 - 4	modérément pollué
4 - 8	hautement pollué
> 8	très hautement pollué

Source : TSHIKAYA 1989

IC : Indice chimique

## II.4. Calcul des indices biologiques

### 2.4.1. Les indices biotiques

L'installation d'une biocénose en un secteur écologique donné est le résultat de la concordance des exigences des invertébrés présents et des caractéristiques écologiques du lieu. Ces deux ensembles intégrés au niveau de processus de détermination des indices biotiques et de l'interprétation des résultats conduisent à l'obtention d'une méthode qui, exprimée en un tableau standard de détermination des indices biotiques, aboutit, à l'expression de la qualité biologique d'une eau en dehors de toute signification trophique et de toute présomption relative à la nature de la pollution (Verneaux et al, 1967).

Après l'identification des spécimens jusqu'au niveau de la famille, nous confrontons la faune récoltée aux indications d'un tableau standard, où les unités systématiques (familles) sont numérotées selon leur sensibilité à la pollution, permettant de définir directement la qualité biologique de la station considérée.

Pour ce travail, nous avons utilisé la méthode Anglaise: Biological Monitoring working Party (BMWP) score et les indices associés (ASPT, OQR et LQIs) pour l'évaluation de la qualité biologique de l'eau.

#### 2.4.1.1. Biological Monitoring Working Party (BMWP) et les indices associés

Pour ce travail, nous avons testé l'indice BMWP et les indices dérivés : "ASPT" (Average score Per Taxons), OQR (Overall Quality Rating) et LQIS (Lincoln Quality Indices).

L'identification des organismes se limite au niveau de la famille. La liste des familles récoltées est confrontée au tableau standard de détermination (tableau 4) qui rassemble les groupes de familles correspondants chacun à une certaine performance (score allant de 10 à 1, le score 9 n'existe pas) suivant leur sensibilité vis-à-vis de la pollution organique: les plus sensibles ayant le score élevé et les plus tolérants ayant le score faible et enfin les modérés entre les deux extrêmes (MASON, 1991).

L'indice biotique "BMWP" d'une station s'obtient en faisant la somme de différents scores trouvés dans le tableau standard de détermination de la qualité biologique de l'eau.

Tableau 4 : Tableau standard de détermination de l'indice biotique : Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score.

Ordre	Familles	Score
Ephéméroptères	Siphonuridae, heptageniidae, leptophlebiidae,	10
Plécoptères	Taeniopterygidae, Leuctridae, capniidae, Perlodidae, perlidae, chloroperlidae	
Hétéroptères	Aphelocheiridae	
Trichoptères	Phryganeidae, Malannidae, Beracidae, Odontoceridae, leptoceridae, Goeridae, lepidostomatidae, Brachycentridae, Sericostomatidae	8
Crustacés	Artacidae	
Odonates	Lestidae, Agrilidae, Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, corduliidae, libellulidae	
Trichoptères	Psychomyiidae, Philopotamidae	7
Ephéméroptères	Caenidae	
Plécoptères	Nemouridae	
Trichoptères	Rhyacophilidae, Polycentropidae, Limnephilidae	6
Gastéropodes	Heritidae, Viviparidae, Ancyliidae	
Trichoptères	Hydroptilidae	
Pélecypodes	Unioidea	6
Crustacés	Corophiidae, Gammaridae	
Odonates	Platycnemididae, Coenagrionidae	
Hétéroptères	Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae	5
Diptères	Tipulidae, simuliidae	
Trichoptères	Hydropsychidae	
Coléoptères	Halipidae, Hydrobiidae, Dykiscidae, Gyrinidae, Hydrophilidae, Clambidae, Helodidae, dryopidae, Elminthidae, Chysomelidae, curculionidae	5
Plathéminthes	Planariidae, Dendrocoelidae	

Suite Tableau 4.

Ephéméroptères	Baetidae	4
Mégaloptères	Sialidae	
Hirudinés	Piscicolidae	
Gastéropodes	Valvatidae, hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae.	
Bivalves	Sphaeriidae	3
Hirudinés	Glossiphoniidae, Hirudidae, Erpobdellidae	
Crustacés	Asellidae	
Diptères	Chironomidae	2
Oligochètes	Toutes les classes	1

source : MASON (1991).

En divisant l'indice "BMWP" obtenu par le nombre total de familles indicatrices de la station, on obtient l'indice "ASPT" qui est un score moyen par taxon. Les "BMWP" et les "ASPT" sont confrontés au tableau 5 pour obtenir les valeurs X et Y dont la moyenne exprime la valeur de l'indice. "OQR"

Tableau 5 : Valeurs standards dérivées des scores  
"BMWP" et "ASPT"

BMWP score	Valeur X	ASPT	valeur Y
151 +	7	6,0 +	7
121 - 150	6	5,5 - 5,9	6
91 - 120	5	5,1 - 5,4	5
61 - 90	4	4,6 - 5,0	4
31 - 60	3	3,6 - 4,5	3
15 - 30	2	2,6 - 3,5	2
0 - 14	1	0,2,5	1

Source : MASON (1991)

L'indice "OQR" est égal à la moyenne de X et Y

$$OQR = \frac{X+Y}{2}$$

2

A chaque valeur "OQR" correspond l'indice "LQIs". Les "LQIs" sont de lettres majuscules exprimant la qualité de l'eau (qui va d'excellente à très mauvaise à chaque échelle de valeur) (tableau 6)

TABLEAU 6 : Valeurs "OQR", valeurs "LQIS"  
Correspondantes et Interprétation.

valeur OQR	indice LQIS	Interprétation
6 +	A+	Excellente qualité
5,5	A+	"
5	A	"
4,5	B	Bonne qualité
4	C	"
3,5	D	qualité modérée
3,5	E	"
2,5	F	qualité pauvre
2	G	"
1,5	H	qualité très pauvre
1	I	"

Source : MASON (1991)

Le classement total de qualité "OQR" ; OVERALL QUALITY RATINGS) est utilisé pour nommer les indices de qualité de lincoln ( tableau 6)

L'indice de qualité est largement utilisé dans l'aménagement des cours d'eau car il permet de tester la qualité d'eau pour les activités nécessitant un contrôle préalable tels que la pisciculture et le traitement d'eau pour la consommation (MASON,1991)

Pour supporter une pêcherie des salmonidés par exemple, le minimum tangible de qualité de lincoln (LQIS) est B, pour une pêcherie grossière, le minimum de LQIS est D, l'eau de rivière, qui va directement aux travaux d'un traitement pour une fourniture potable, aurait un minimum de l'indice de qualité de lincoln C, un indice de qualité de lincoln de G est acceptable si la rivière est considérée comme une source d'agrément. La méthode prévoit une réelle tentative de faire un bon usage de gestion des données biologiques de surveillance de routine (MASON,1991).

L'utilisation de l'indice "BMWP." pose certains problèmes dans l'évaluation de la qualité de l'eau. Il avait été constaté au Centre Régional de Recherche en Hydrobiologie Appliquée (CRRHA) à Bujumbura (Burundi) que certaines stations en d'amont (ayant une charge organique faible), avaient des indices "BMWP" inférieurs à ceux des stations en aval (ayant une charge organique élevée). Ce constat était réalisé lors de l'évaluation de la qualité biologique de la rivière NTAHANGWA par l'indice "BMWP" (KANKONDA, 1995).

La situation avait été remédiée en développant un "BMWP" dit : semi-quantitatif (BMWP\*), tenant compte des effectifs et des différents scores résultant du rapport entre la somme des produits de chaque score par le nombre d'individus de chaque famille indicatrice correspondante, sur le nombre total d'individus de familles indicatrices. La valeur obtenue est multipliée par 10 qui est le score "BMWP" maximal, (NIYUNGEKO, 1994 cité par KANKONDA, OP.CIT.)

### CHAPITRE III. RESULTATS

#### 3.1. Les paramètres physico-chimiques de la pollution.

Les résultats de la caractérisation des paramètres physico-chimiques réalisés au cours de quatre campagnes de prélèvement et ceux obtenus après leur transformation en indices chimiques, sont respectivement dressés dans les tableaux 1 et 2 en annexe I

Nous présentons dans le tableau 7 (ci-dessous), les valeurs de l'indice moyen par campagne, de l'indice global et la qualité de l'eau par station pour les deux ruisseaux : KONGA KONGA et Kabondo

Tableau 7 : Indice moyen par campagne, indice global et qualité de l'eau par station.

\ STATIONS	KONGA-KONGA			KABONDO		
	I	II	III	IV	V	VI
INDICE \						
Im 01/02/97	4,3	2,7	4,4	1,6	1,7	3,5
Im 28/02/97	2,5	5,5	3,7	1,2	0,7	4,6
Im 09/05/	1,7	2,2	3,9	1,1	1,3	2,3
Im 31/07/97	2,5	2,2	3	1,4	1,3	2,5
Ind.global	2,7	3,1	3,7	1,3	1,2	3,2
QUALITE	mod. -dérément polluée			légèrement polluée		mod. poll.

Im. ; indice moyen

mod. poll. : modérément polluée

Nous constatons après calcul de l'indice global par station pour les deux ruisseaux que les valeurs les plus élevées s'observent aux stations en amont (III et VI) alors que les valeurs faibles se constatent dans les cours moyens et inférieurs de deux ruisseaux (I,II,IV, et V,).

L'indice chimique moyen le plus élevé s'observe à la station II lors de la deuxième campagne de caractérisation physico-chimique, tandis que le moins élevé est observé à la station V lors de la même campagne.

Conformément au tableau 3 de l'interprétation de l'indice chimique selon PRATI, les stations I,II, et III du ruisseau Konga Konga sont modérément polluées, tandis que le ruisseau Kabondo est dans son ensemble légèrement polluée, malgré que la station VI accuse une pollution modérée.

### 3.2. Les Macro-invertébrés

Nous avons recolté 2.926 spécimens de macro-invertébrés benthiques durant douze campagnes d'échantillonnage réalisées sur les ruisseaux Konga Konga et Kabondo.

Au total, nous avons recensé 42 familles appartenant aux groupes faunistiques de macro-invertébrés benthiques, présentés dans le tableau 8, ci-dessous.

Les 71,4% de nos échantillons sont constitués de groupes faunistiques bio-indicateurs, utilisés dans la détermination de la qualité biologique des cours d'eau par la méthode anglaise (BMWP) score. Donc la méthode pourrait valablement être utilisée dans notre milieu.

Nous avons également constaté que douze familles de nos échantillons ne sont pas considérées comme organismes bio-indicateurs par la méthode Anglaise de détermination de la qualité biologique d'eau de ruisseau ( rivière ).

Les familles bio-indicatrices portent l'astérisque, tandis que les familles non bio-indicatrices n'en ont pas ( Tableau 8 ). Certaines des familles non bio-indicatrices ne sont pas présentes dans la faune européenne, c'est le cas notamment de Belostomatidae, Ampullariidae, spercheidae et Potamonautidae.

Les effectifs des individus dénombrés par famille dans les différents groupes faunistiques identifiés, sont mensuellement établis dans les tableaux 1,2,3,4,5, et 6 en annexe II.

Tableau 8 : Les groupes faunistiques recensés dans les ruisseaux KONGA-KONGA et KABONDO

Groupes faunistiques				Konga-konga	Kabondo
Embranchements	Classes	Ordres	Familles		
Arthropodes	Insectes	Trichoptères	Leptoceridae *	-	+
			Philopotamidae*	+	-
			Hydroptilidae*	-	+
			Hydropsychidae*	-	+
		Odonates	Aeschnidae*	-	+
			Corduliidae*	+	+
			Libellulidae*	+	+
			Coenagrionidae*	+	+
		Ephemeroptères	Caenidae*	+	-
			Baetidae*	+	+
Heteroptères	Corixidae*	+	+		
	Gerridae*	+	+		
	Mesoveliidae*	+	+		
	Naucoridae*	+	+		
	Hepidae*	+	+		
	Notonectidae*	+	+		
	Belostomatidae	+	+		
	Veliidae	+	+		
Coleoptères	Dryopidae*	+	-		
	Bytiscidae*	+	+		
	Gyrinidae*	-	+		
	Haliplidae*	-	+		
	Hydrophilidae*	+	+		
	Elmidae	+	-		
	Spercheidae	-	+		
Diptères	Simuliidae*	+	+		
	Chironomidae*	+	+		
	Ceratopogonidae	-	+		
	Calicidae	+	+		
	Syrphidae	-	+		
Crustacés	Atyidae	+	+		
	Potamonautidae	+	-		
Arachnides			-	+	
Annelides	Achétes		Glossiphoniidae*	+	-
			Erpobdellidae*	+	+
			Hirudidae*	+	+
Mollusques	Bivalves	Eulamellibranches	Sphaeriidae*	+	-
	Gastéropodes	Bacmatophora	Lymnaeidae*	-	+
			Planorbidae*	+	+
		Mecogastropoda	Valvatidae*	-	+
			Ampullariidae	+	+
			Thiaridae	+	+

Legende : (\*) famille bio-indicatrice; (+) présence dans le milieu; (-) absence dans le milieu.

Sur les 30 feuilles de bio-indicateurs dénombrés, le ruisseau Konga Konga compte 22 familles tandis que le ruisseau Kabondo en a 25. ci-dessous, le tableau 9 indique l'évolution en nombre et en pourcentage des bio-indicateurs répertoriés dans chaque ruisseau.

Tableau 9 ; Effectifs temporaires de familles bio -  
indicatrices observées au cours de l'année 1997 pour les  
ruisseaux Konga Konga et Kabondo.

MOIS	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Effec.												
KGA-A	12	12	10	13	13	13	10	11	8	9	8	7
B	54	54	45,5	59	59	59	45,4	50	36	340,9	36,3	31,8
KDO-A	16	16	13	11	9	10	9	13	9	12	9	9
B	64	64	52	44	36	40	36	52	36	48	36	36

Légende : A : nombre des bio -indicateurs  
observés

B : pourcentage pa rapport au nombre  
total de bio-indicateur dans  
chaque ruisseaau

KGA : KONGA KONGA

KDO : KABONDO

Il apparait du tableau 9 que les bio-indicateurs, peuvent être prélevés à n'importe quel moment de l'année. Pour le ruisseau Konga Konga, le faible effectif mensuel s'observe en Décembre alors que le plus élevé est constaté en avril, Mai et Juin, tandis que pour le ruisseau Kabondo, nous constatons l'effectif élevé en Janvier et Février alors que le faible s'observe en Mai, Juillet, Septembre, Novembre et en Décembre.

### 3.3. LES INDICES BIOTIQUES

Après l'identification des spécimens jusqu'au niveau de la famille et la confrontation des données de la faune récoltées (tableaux en annexe II) aux indications du tableau standard de détermination de la qualité de l'eau (tableau 4), les indices biotiques suivants avaient été calculés. Biological Monitoring Working Party (BMWP\*) semi-quantitatif biological monitoring working party (BMWP) score , Average score Per Taxon (ASPT) et Overall quality ratings (OQR ). Finalement les Lincoln Quality indices (LQIS) avaient été nommés.

les valeurs des indices biotiques par mois et pour chacune des stations considérées figurent dans les tableaux 1,2,3,4,5, et 6 en annexe II.

Quant aux calculs de moyennes annuelles et les écarts types, les résultats obtenus pour les différents indices biotiques sont repris dans le tableau 10.

Tableau 10. Valeurs moyennes annuelles des indices biotiques et leurs déviations standards (SD)

\ MOIS	EMWP*	SD	EMWP	SD	ASPT	SD	OQR	SD	
\	moy		moy		moy		moy		
Konga	I	34,7	14,14	21	11,5	3,55	0,87	2,25	0,75
Konga	II	33,8	6,79	22,4	8,9	3,51	0,67	2,21	0,51
	III	32,1	6,7	32,9	9,9	3,6	0,38	2,58	0,49
Ka	IV	39,99	10,2	23,25	8,8	3,35	0,7	2,21	0,86
bondo	V	32,75	6,4	26,16	12,85	3,62	0,66	2,5	0,66
	VI	61,9	5,16	33,4	10,02	5,09	0,57	3,58	0,73

Légende : (EMWP\* ) moyen : moyenne annuelle de l'indice biological Monitoring working party semi quantitatif par station;  
 (EMWP) moyen ; moyenne annuelle de l'indice biological Monitoring working party score par station ;  
 (ASPT) moyen : moyenne annuelle de l'indice Average score Per Taxon par station ;  
 (OQR) moyen : moyenne annuelle de l'indice overall quality ratings par station.  
 SD : déviation standard pour chacune des valeurs moyennes de l'indice biotique par station

En général, les stations III et IV ( en amont ) accusent de moyennes annuelles élevées pour tous les indices biotiques calculé par rapport à celles en aval (I,II,IV, et V), l'exception est faite pour l'indice (EMWP) semi-quantitatif, dont les valeurs semblent accroître d'amont en aval pour Konga KOnga, .

Quant aux déviations standards, nous constatons que l'indice (EMWP\*) semi-quantitatif accuse une plus grande fluctuation à la station I par rapport aux autres indices biotiques calculés.

### 3.3.1. L'évolution spatiale des indices biotiques

Nous présentons les courbes de variation longitudinale de différents indices biotiques moyens trouvés pour les deux ruisseaux Konga Konga et Kabondo dans les figures suivantes avec un tableau des fréquences de LQIs à la fin.

#### 3.3.1.1. L'indice biotique $BMWP^*$ semi quantitatif

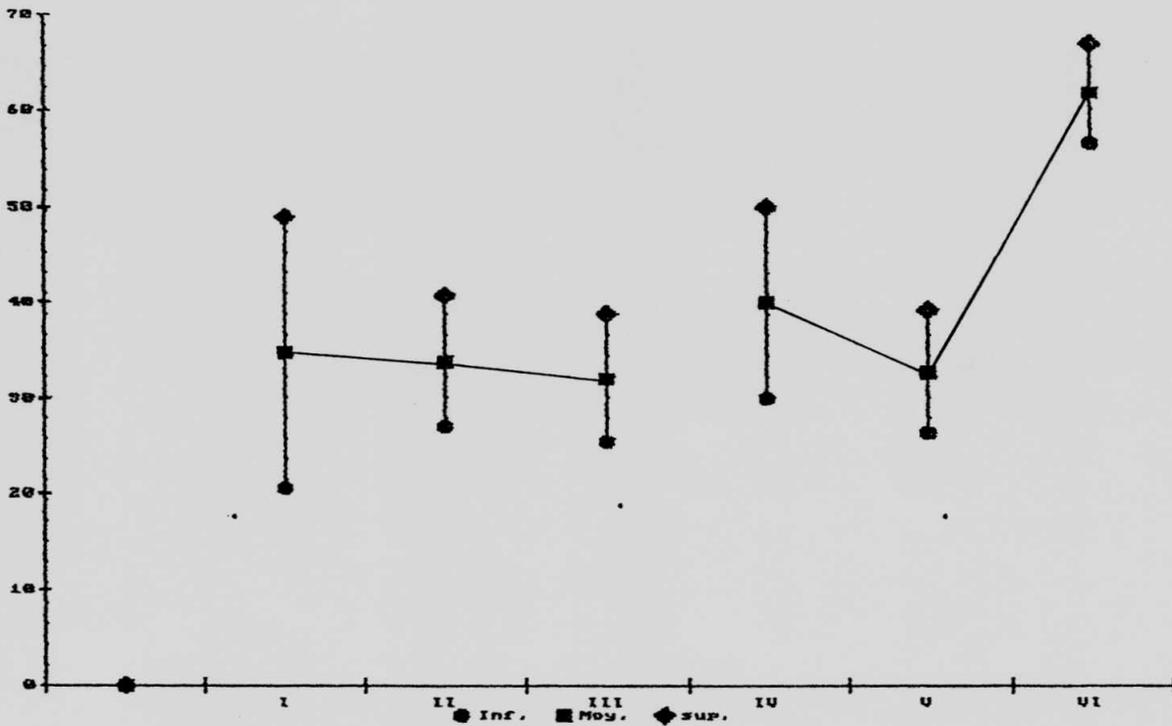


figure 2 : Les courbes de variation de  $BMWP^*$  dans les deux ruisseaux (Kabondo et Konga Konga)

la première courbe régresse progressivement au fur et à mesure que nous nous approchons de la source, tandis que la seconde (Kabondo) accuse des variations brusques dans son allure. Elle descend au cours moyen pour remonter fortement en amont du ruisseau. La courbe de Kabondo est, lorsqu'on compare les stations homologues, pratiquement au dessus de celle de Konga Konga, la fluctuation de cet indice est très forte au cours de l'année pour la station I.

3.3.1.2. L'indice biotique (BMWP) score moyen

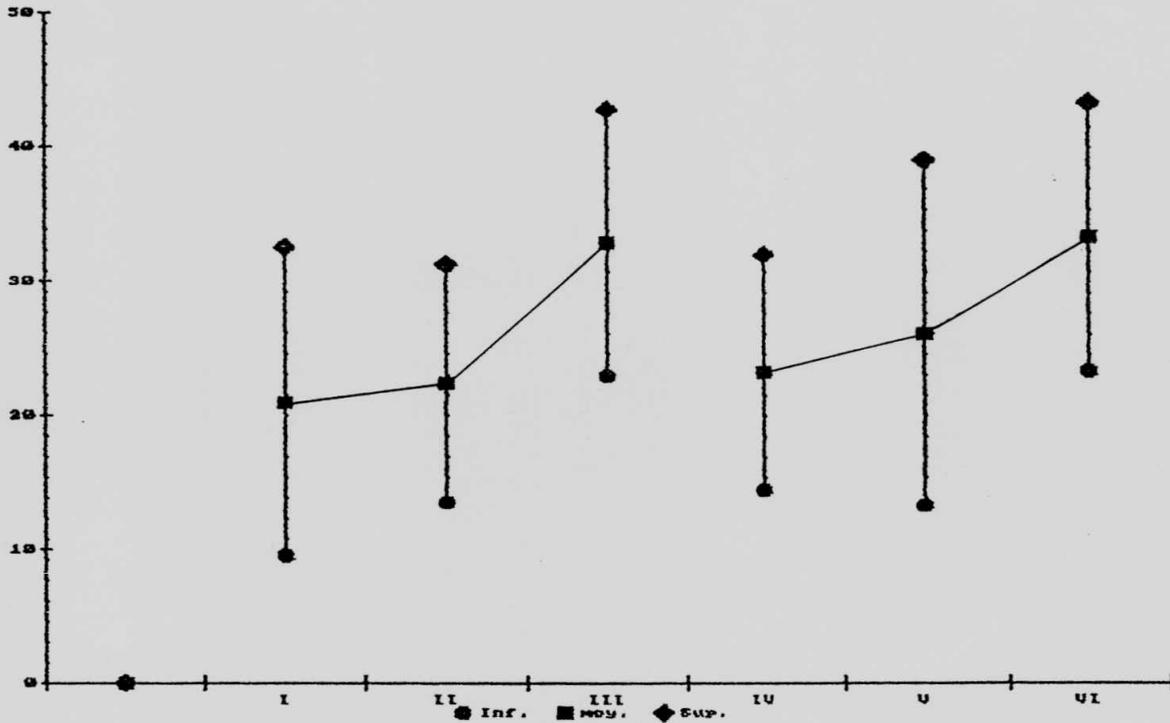


figure 3 : les courbes de variations de (BMWP)score moyen dans les ruisseaux Konga Konga et Kabondo.

Les deux courbes présentent l'ascension qui se prononce fortement en amont. Nous remarquons également que les valeurs de cet indice (BMWP) score moyen sont légèrement supérieures sur Kabondo que sur le ruisseau Konga konga quand on compare les stations homologues.

Cet indice varie fortement aux stations I et V au cours de l'année.

### 3.3.1.3. L'indice biotique (ASPT) moyen

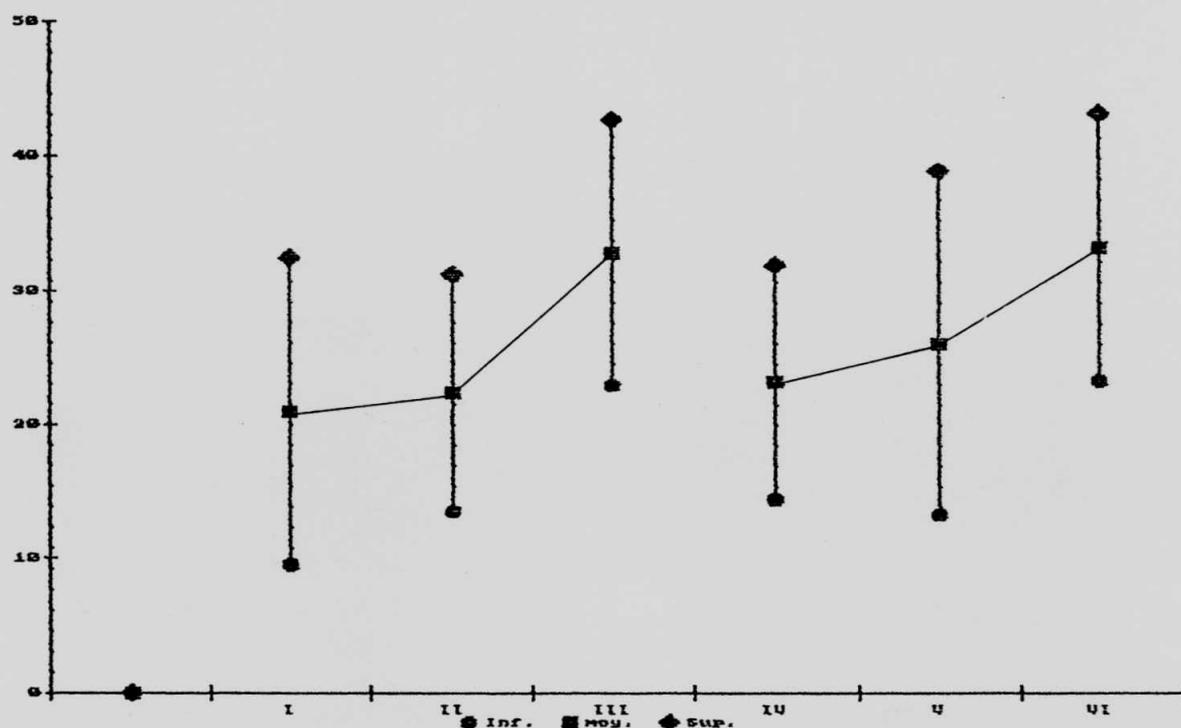


figure 4 ; les courbes de variation de "ASPT" moyen dans les deux systèmes ( Konga Konga et kabondo)

La première courbe (Konga Konga ) traduit une légère variation ( entre les stations) du score moyen par Taxon (ASPT), qui néanmoins diminue légèrement au cours moyen pour augmenter faiblement à la station en amont , tandis que la seconde courbe ( Kabondo), exprime l'évolution progressive du score moyen Par Taxon (ASPT) au cours moyen, puis la forte amélioration à la station en amont.

La comparaison des station homologues fait apparaître un fort décalage de l'indice entre les deux stations en amont (III et VI)

3.3.1.4. L'indice biotique ; ("OQR")MOYEN

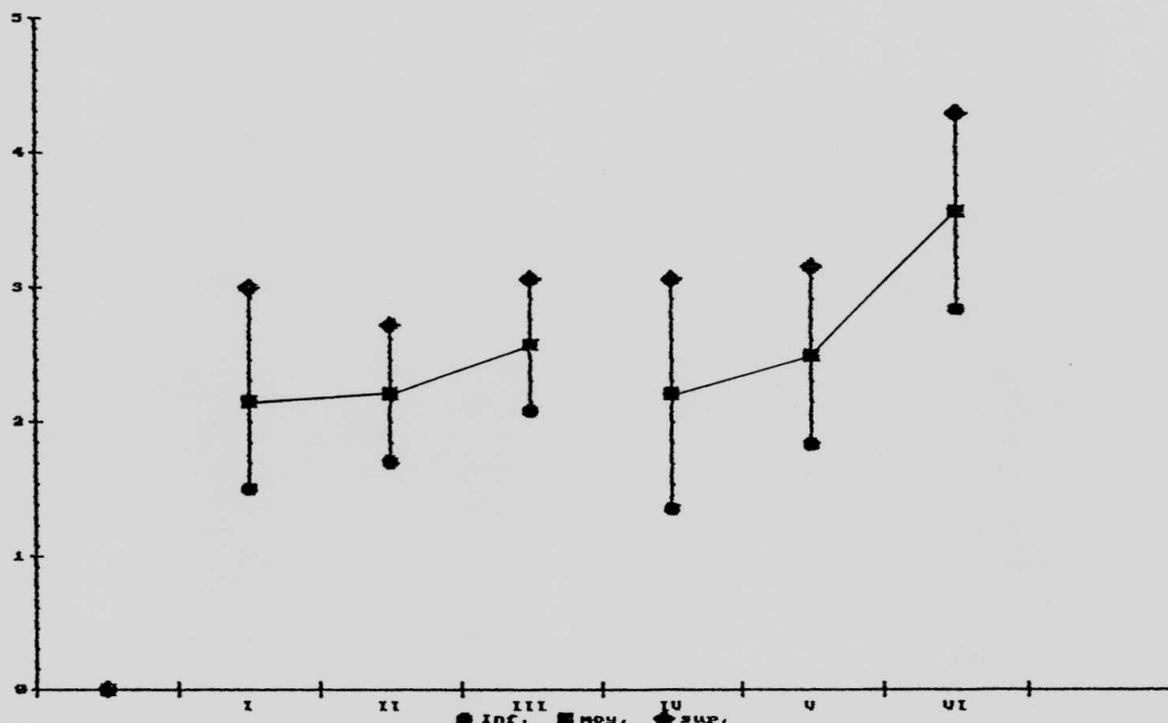


figure 5 : les courbes de variation- de "OQR" dans les deux systèmes : Konga Konga et Kabondo.

La première courbe ( Konga Konga)traduit le classement total de la qualité de l'eau (OQR), qui diminue légèrement au cours moyens pour remonter en amont du ruisseau, tandis que la seconde (kabondo) exprime l'évolution progressive du classement total de la qualité de l'eau (OQR) au cours moyen, puis la forte ascension à la station en amont.

### 3.3.1.5. Fréquences de LQIs

Après l'obtention des différentes valeurs de l'indice biotique : Overall quality Rating (OQR) , nous avons déduit les valeurs de Lincoln Quality indice (LQIs) dont les fréquences observées par station figurent dans le tableau 11.

Tableau 11 : Fréquences de LQIs et LQIs global observées par station.

LQIs	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G	H	I	LQIs g
I	0	0	0	0	0	2	1	2	4	2	1	G
II	0	0	0	0	0	0	1	6	3	1	1	G
III	0	0	0	0	0	0	6	3	2	1	0	F
IV	0	0	0	0	0	0	4	2	3	1	2	G
V	0	0	0	0	0	1	3	5	1	1	1	F
VI	0	0	0	2	5	1	1	3	0	0	0	D

Légende : A++,A+ et A : excellente qualité  
 B ET C : bonne qualité  
 D et E : qualité modérée  
 F ,et G : qualité pauvre  
 H et G : qualité très pauvre

Du tableau 11 dressé ci-dessus, il ressort que toutes les stations présentent une eau de qualité pauvre excepté la station VI qui a une eau de qualité modérée.

Après la nomination de l'indice de qualité de Lincoln, nous constatons que la qualité dans les deux systèmes (Konga Konga et Kabondo) s'améliore progressivement du cours inférieur à, la source des cours d'eau.

Les échelles de valeurs inférieures (G,H et I) n'apparaissent pas dans cette dernière station VI. L'échelle I est également absente de la station III.

### 3.3.2. L'évolution temporelle des indices biotiques : ( BMWP) score et (OQR) dans les deux ruisseaux,

Nous présentons respectivement les courbes des indices biotiques principaux : (BMWP) score et (OQR) Qui sont également l'expression des indices dérivés (ASPT et LQIs) par station.

#### 3.3.2.1. STATION I

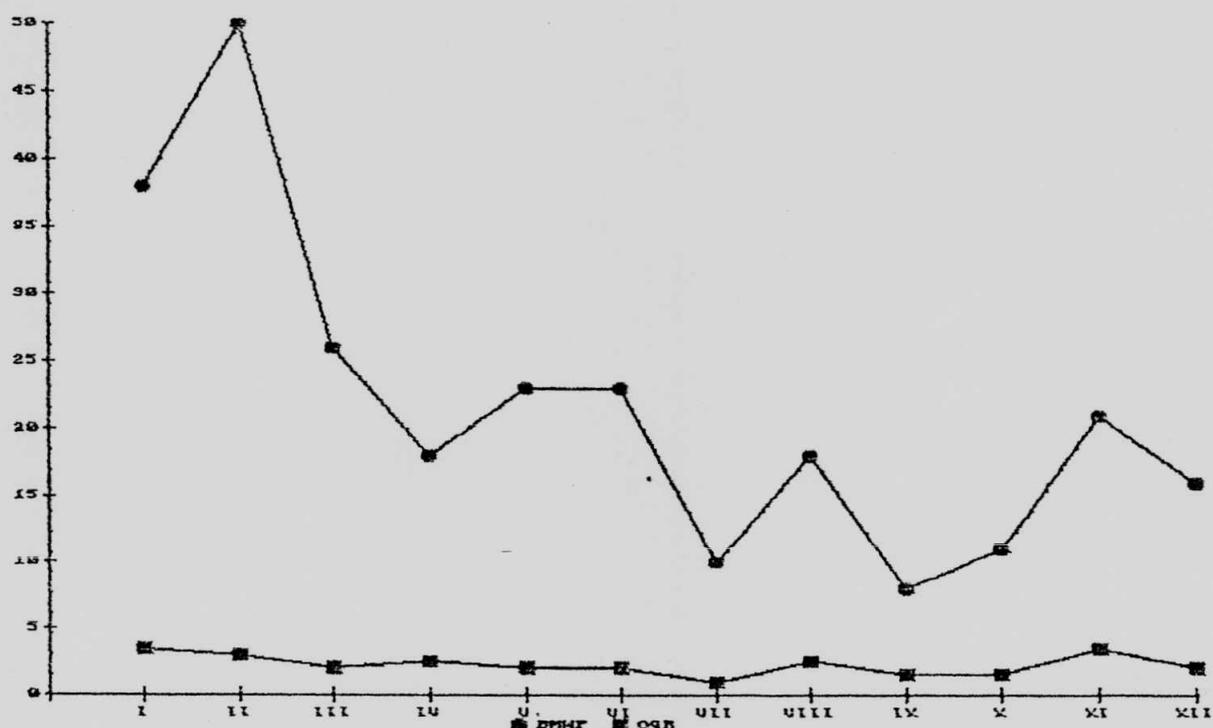


figure 6 : l'évolution dans le temps des indices : (BMWP) score et (OQR) à la station I.

La courbe (BMWP)score oscille de Mars à Décembre entre 10 et 30 , alors que le sommet avait été atteint en Février et le plus bas niveau en septembre.

La courbe de classement total de la qualité de l'eau (OQR) traduit le fait que l'eau subit une dégradation de la qualité qui était modérée en Janvier et s'était appauvrie en Juillet, pour s'améliorer légèrement en Août et novembre.

3.3.2.2. STATION II.

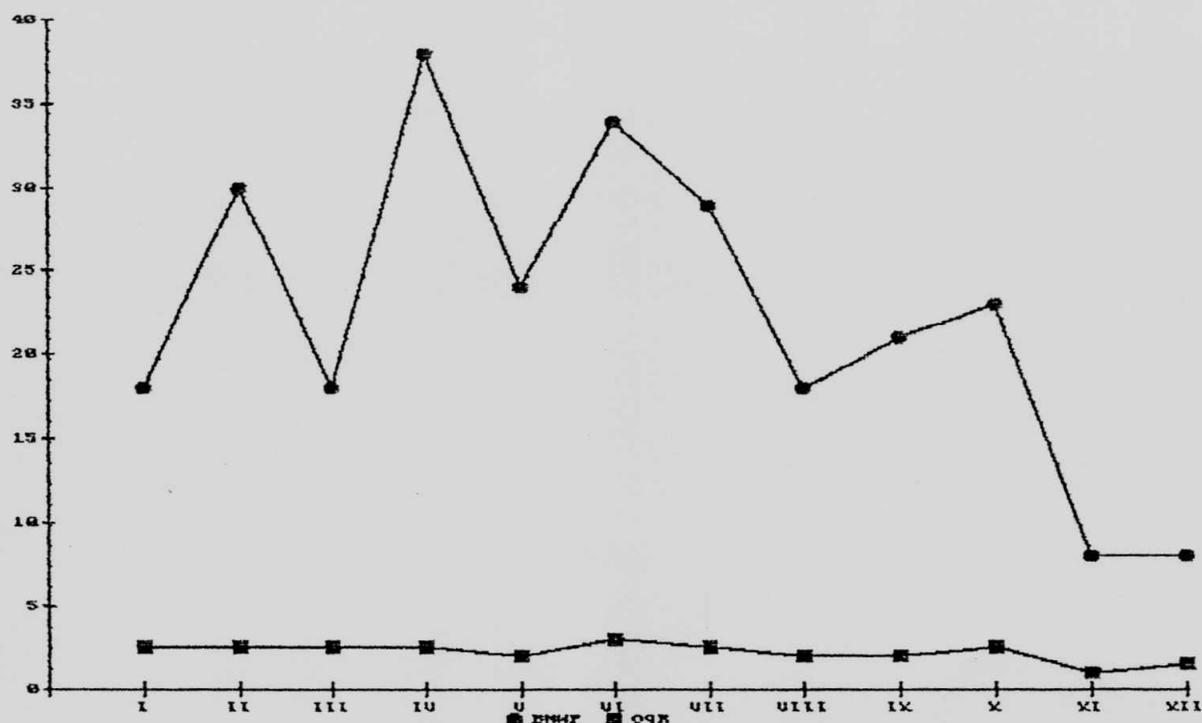


Figure 7 : L'évolution temporelle des indices (BMWP) score et (OQR) à la station II.

Les oscillations de la courbe (BMWP) score sont comprises entre 18 et 38 de Janvier à Octobre. Elle était sensiblement descendue en Novembre et Décembre ou la valeur était égale à 8.

Quant à la courbe du classement total la qualité (OQR) son allure nous révèle les faits suivants : l'eau avait la qualité pauvre de Janvier à Octobre, sauf en Juin où elle avait subi une amélioration (modérée) pour s'appauvrir davantage en Novembre et Décembre seulement.

3.3.2.3. Station III.

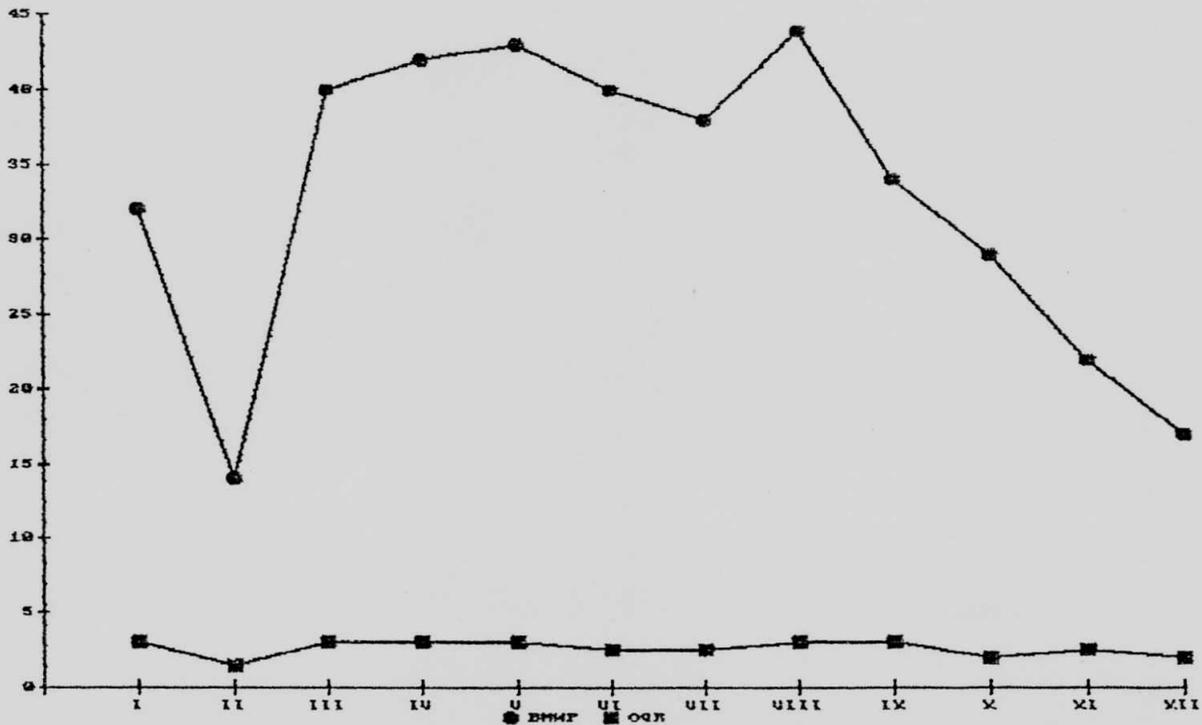


figure 8 : l'évolution temporelle des indices ; (BMWF) score et (OQR) à, la station III.

Les faibles valeurs observées sont 14 en Février. et 17 en Décembre.

Quant au classement total de la qualité (OQR), de Janvier à Décembre, les courbes oscillent entre la qualité modéré et la qualité pauvre, sauf en Février au milieu s'était fortement appauvri.

3.3.2.4. STATION IV

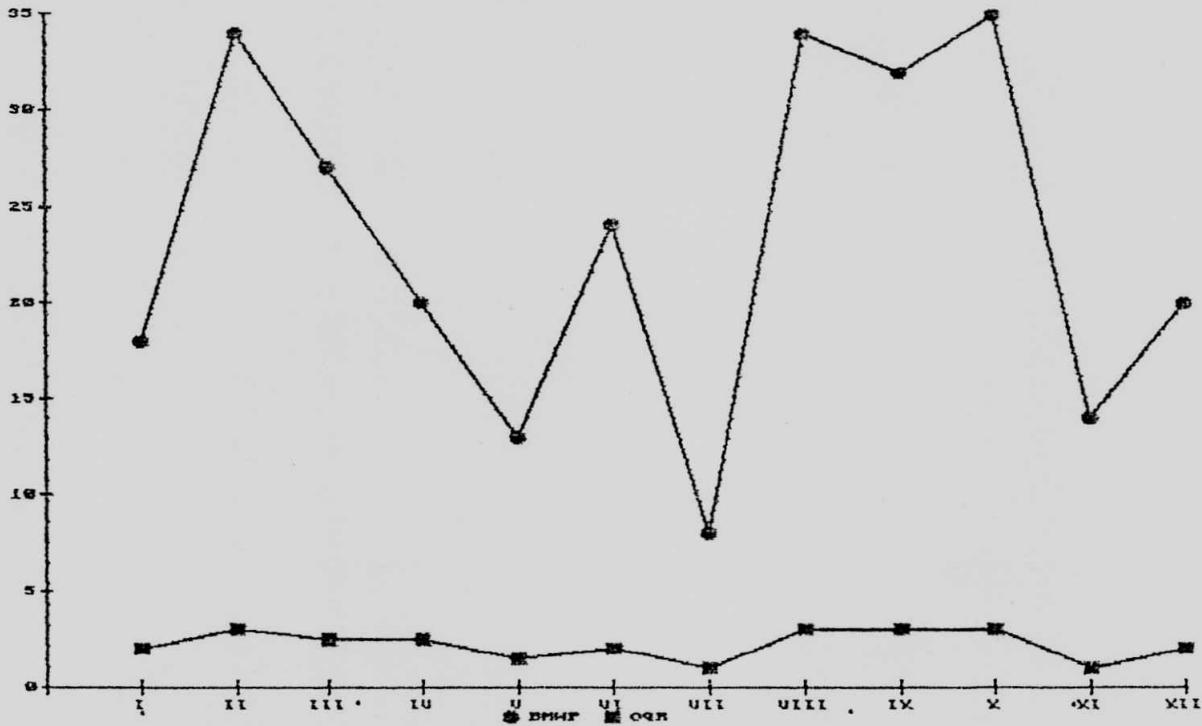


figure 9 : l'évolution temporelle des indices (BMWF) score et (OQR) à la station IV. Les valeurs de la courbe (BMWF) score oscillent entre 38 et 35 ( 8 en juillet et 35 en octobre).

D'après la courbe du classement total de la qualité de l'eau, le milieu s'était ~~fortement~~ appauvri en juillet et en novembre, alors que la qualité modérée était observé en février, Aout, Septembre et en octobre. Dans le reste de cas, le milieu était pauvre.

### 3.3.2.5. STATION V

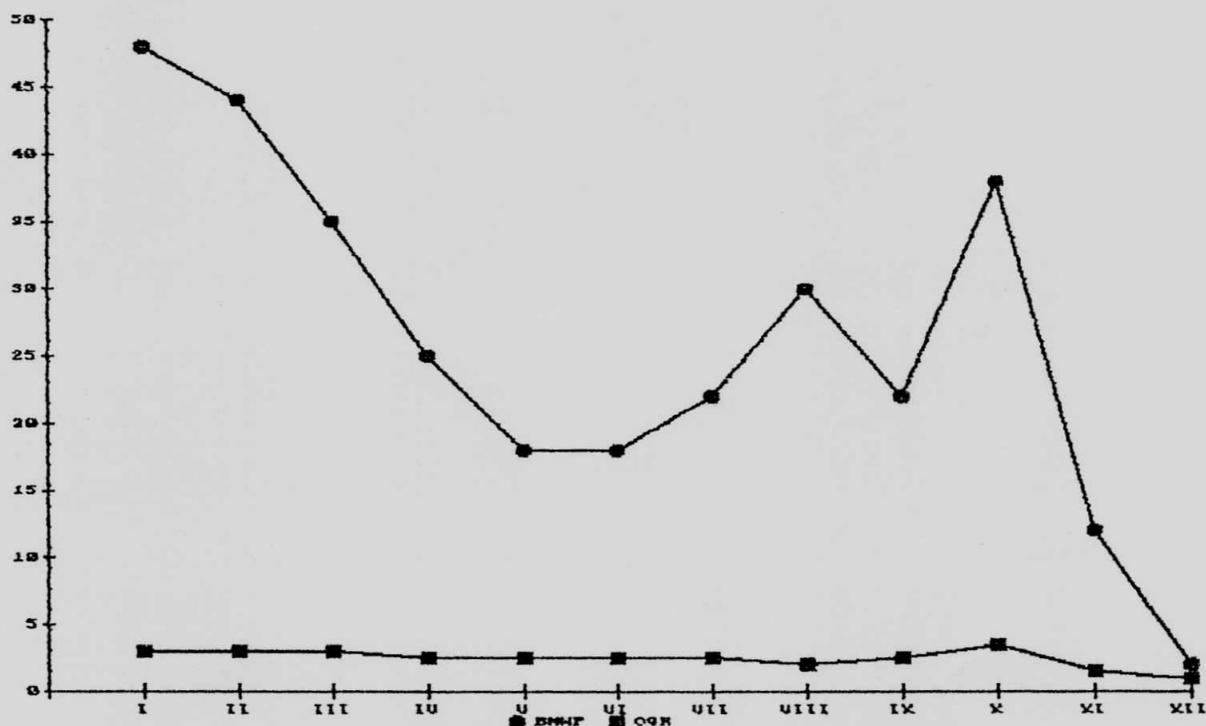


figure 10 : l'évolution temporelle des indices : ( EMWP) score et ( OQR) à la station V.

L'allure de la courbe est plus ou moins régulière par rapport à la courbe de la station en aval ( IV ). Sur les 12 mois de l'année, l'indice (EMWP) score a accusé des valeurs inférieures 20, en mai et Juin (18), puis en Novembre (12) et Décembre (2) le sommet était atteint en janvier ( 48).

Pour le classement total de la qualité de l'eau, nous remarquons également la régularité de la courbe (OQR) dans son allure générale. L'eau de qualité modérée les 3 premiers mois, s'est légèrement appauvrie d'Avril jusqu' au mois de Septembre pour s'améliorer modérément en Octobre avant de s'appauvrir aux deux derniers mois ( Novembre et Décembre).

3.3.2.6. Station VI.

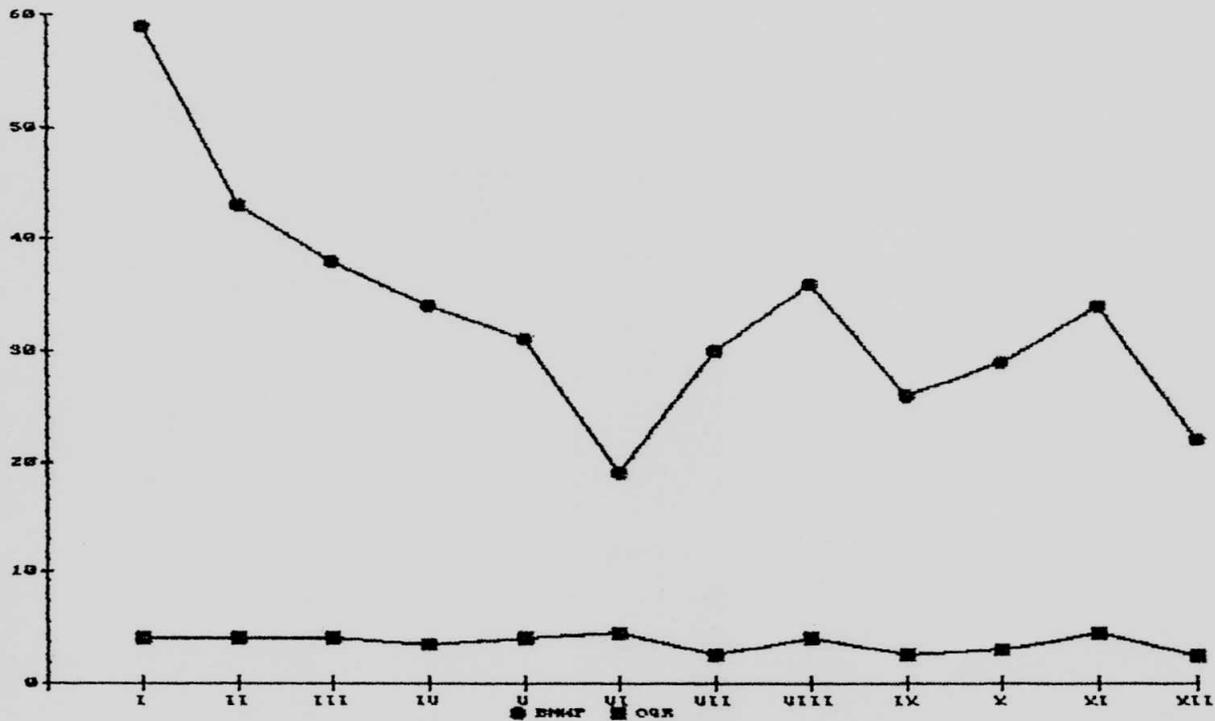


figure 11 : l'évolution temporelles des indices :( BMWP) score et (OQR) à la station VI.

Les valeurs extrêmes de la courbe (BMWP) score sont en Janvier ( 59) et en juin ( 19) . En général l'allure de la courbe est régulière.

Quant au classement total de la qualité d'eau (OQR) les deux valeurs extrêmes sont : 4,5 et 2,5. donc la courbe oscillait entre la qualité bonne et la qualité pauvre. De Janvier à mars, de Mai à juin , en Aout et en Novembre l'eau était de bonne qualité contre 3 mois de qualité pauvre et 2 mois de qualité modérée.

## CHAPITRE IV : INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS.

### 4.1. Les paramètres physico-chimiques.

Les résultats obtenus pendant les campagnes de caractérisation physico-chimique des ruisseaux Konga Konga et Kabondo, consignés dans le tableau 1 en annexe I, exprimant dans le temps et dans l'espace, la variation des différents paramètres physico-chimiques.

Il ressort du tableau 7 que les valeurs élevées de l'indice global s'observent aux stations en amont (III et VI), tandis que les faibles valeurs se remarquent à celles en aval de deux ruisseaux I,II,IV, et V). Nous pensons que la différence des valeurs ( en amont et en aval ) est due au fait que la conductivité et l'oxygène dissous sont en général faible en amont qu'en aval de deux ruisseaux Konga Konga et Kabondo)

Tellement que, les ruisseaux sont progressivement sollicités en aval, nous remarquons comme RODIER (1978), que la conductivité électrique (tableau 1 en annex I) augmente avec les deversements des eaux usées, la teneur en sels dissous électrolysables, la mobilité des ions dans le milieu.

Pendant les campagnes de caractérisation physico-chimique nous avons remarqué que l'eau coulait difficilement en amont des ruisseaux , à cause des barrières érigées par les pêcheurs. Cette immobilité explique le faible pourcentage en oxygène dissous dans le milieu , qui n'a pas du tout, affectée la biodiversité dans la mesure ou beaucoup de macro invertébrés benthiques s'approvisionnent en oxygène à la surface de l'eau,

Nous avons également constaté qu'au cours de nos investigations que le pH accusait des valeurs supérieures à 6 aux stations en aval et des valeurs inférieures à 6 aux stations en amont. Cette situation doit avoir influé sur les indices globaux de deux milieux. NISBET et VERNEAUX (1970) ,avaient attribué le fait de pH naturels inférieurs à 6 dans certaines zones supérieures de ruisseaux, à l'insuffisance de la minéralisation.

Quant aux valeurs d'indice moyen , consignées dans le tableau 7 du troisième chapitre , nous avons réalisé la valeur élevée à la station II Konga Konga ) lors de la deuxième campagne de caractérisation physico-chimique. Nous pensons que le fait est lié à l'oxygène qui a beaucoup varié comparativement aux autres paramètres , et le niveau d'eau était faible parce que nous traversons une saison relativement sèche en Février 1997

La faible valeur de l'indice moyen était redoublée à la station V (au cours moyens de Kâbondo lors de la deuxième campagne de caractérisation physico -chimique. Nous remarquons également la variation de l'oxygène par rapport aux autres paramètres physico-chimiques. Nous pensons que le pourcentage de l'oxygène explique la faible valeur de l'indice moyen dans la période relativement sèche.

Nous pensons que les degrés de pollution ne sont pas seulement dus à l'oxygène dissous comme facteur stress ; mais il y a aussi le pH indissociable des valeurs de la température, la minéralisation totale , etc, qui joue un rôle important dans la vie de la faune aquatique.

La qualité de l'eau exprimée par l'indice chimique dans les ruisseaux Konga Konga et Kabondo est supérieure à celle exprimée par l'indice biotique pour les mêmes milieux. Nous convenons avec HUET cité par MARSDEN (sd) que l'analyse physico-chimique appliquée exclusivement ne signifie rien en elle-même car elle peut traduire l'effet bénéfique ou néfaste de cette substance sur le milieu. Par contre les résultats des analyses biologiques recelent plus de renseignement en eux-mêmes sur la qualité de l'eau que les analyses traditionnelles) ce fait est d'ailleurs vérifiable quand la source de pollution a été identifiée.

De plus il est évident que l'analyse physico chimique révèle un état de fait valable au moment de l'échantillonnage, l'examen de la faune et de la flore permet par contre de définir et de comprendre le milieu envisagé sur un laps de temps beaucoup plus grand, donc plus valable ( MARSDEN,Op.cit.).

#### 4.2. Les macro-invertébrés benthiques

Les 72 échantillons de macro invertébrés benthiques recoltés, renfermaient 2.926 specimens repartis dans 42 familles regroupées dans différents ordres appartenant à cinq groupes faunistiques suivants : Insectes, mollusques, Achetes, crustacés et hydracariens.

Conformément au tableau standard de détermination de la qualité d'eau par la méthode anglaise, 30 des 42 familles inventoriées dans les ruisseaux appartiennent au groupe des bio-indicateurs utilisés dans les calculs de l'indice biotique : biological Monitoring Working Party (BMWP)score et les indices associés ( ASPT, OQR et LOS).

Les 71,4% de nos échantillon sont donc constitués de groupe faunistique bio indicateurs > Partant de ces résultats, nous pensons que cette méthode est une exception à l'opinion de DAJOZ (1975), selon la quelle, les méthodes qui ont fait leurs preuves en Europe, ne sont pas forcément bonnes dans les conditions très différentes de l'Afrique. La méthode pourrait alors valablement être utilisée dans nos milieux

La repartition de ces bioindicateurs est inéquitable dans les deux ruisseaux. Nous avons recensés 22 familles pour le ruisseau Konga KONGA et 25 dans les stations du ruisseau Kabondo (tableau (9)).

La différence dans la biodiversité de ces ruisseaux peut s'exprimer par le fait que , la station en amont de Konga Konga traverse le champ de manioc et de patates douce, la population environnante perturbe le milieu en érigeant des barrières pour faciliter la pêche ; après la traversée des champs et des étangs, le cours moyen est beaucoup sollicité pour le nettoyage des vélos et automobiles; avec l'accumulation d'eau usée la station en aval est exploitée pour le bain , la lessive et la pêche . Toutes ces activités anthropiques ont des conséquences néfastes sur la biodiversité du ruisseau Konga Konga qui s'appauvrit davantage par la disparition des familles plus sensibles à la pollution comme l'ordre des trichoptères ( le ruisseau Kabondo , en 3 et Konga Konga 1).

Quant au ruisseau Kabondo, la source traverse un quartier moins peuplé ou l'activité humaine n'a pas d'impact considérable et l'essentiel de trichoptères est recoltés à ce niveau. Il y a accumulation d'eaux usées le long du ruisseau, la station en aval est régulièrement perturbée par la population qui l'exploite pour la pêche. En général, le ruisseau Kabondo n'est pas aussi sollicité que Konga Konga.

Les stations en aval pour les deux ruisseaux, constituent le dépotoir des eaux usées et de toutes formes de déchets par rapport à celles en amont ; de ce fait, l'évolution spatiale des bio-indicateurs est progressive d'aval en amont et régressive d'amont en aval.

D'après le tableau 8, nous constatons que l'effectif temporaire de familles bio-indicatrices le plus élevé est de 13 avec un pourcentage égal, { 59 , observé en Avril , Mai, Juin, et le moins élevé ( est de 7 familles avec un pourcentage de 31,8 pendant la période de gonflement des ruisseaux Konga Konga ; tandis que pour le ruisseau Kabondo , l'effectif le plus élevé est de 16 familles avec un pourcentage de 64, trouvés pendant la période de basses eaux Janvier et Février, et l'effectif le moins élevé est de 9 avec un pourcentage 36, remarqué en Avril , Juillet , Septembre, Novembre et en Décembre.

Les effectifs temporaires de familles bio-indicatrices dont les valeurs observées au cours de notre recherche (tableau 8) sont néanmoins élevées durant toute l'année et mettent en évidence le fait que la détermination de la qualité d'eau peut se faire à n'importe quel moment de l'année dans notre milieu. En Europe, ces études sont menées pendant des moments précis de l'année où la récolte des données est possible.

Il ~~ressort~~ des tableaux 1,2,3,4,5, et 6 en Annexe II que 12 des 42 familles identifiées n'appartiennent pas aux groupes faunistiques bio-indicateurs. Certaines familles non-européennes notamment ,Belostomatidae, Ampullariidae, Potamonautidae et Spercheidae méritent d'être bien observées en vue de leur intégration possible dans le tableau standard.

Comparativement au ruisseau Djubu-Djubu qui traverse les quartiers le plus densément peuplés de la ville, il avait été recensé 27 familles de macro-invertébrés benthiques parmi lesquelles, 20 appartiennent aux groupes faunistiques bio-incateurs (KAEWE, com.pers.). Nos deux ruisseaux sont riches en biodiversité par ce qu'ils sont moins sollicités par la population environnante, moins dense que le ruisseau Djubu-Djubu.

#### 4.3. Les indices biotiques,

Les valeurs des indices biotiques obtenues par mois et par stations, consignés dans les tableaux 1,2,3,4,5, et 6 en annexe II, traduisent une certaine irrégularité dans le temps et dans l'espace pour les deux ruisseaux pris en considération

##### 4.3.1. L'évolution spatiale des indices biotiques

###### 4.3.1.1. L'indice biotique semi-quantitatif "BMWP\*"

D'après la figure 2, la courbe du ruisseau Konga Konga accuse une légère pente d'aval en amont avec des grandes fluctuations de BMWP" moyen à la station I. le ruisseau est beaucoup sollicité d'amont en aval par la population environnante, tandis que la deuxième courbe (ruisseau sollicité par rapport aux deux extrêmes et que la station en aval a un BMWP\* moyen instable que les deux autres. Nous pensons que la situation peut trouver l'explication dans la charge organique du milieu qui est fonction de la minéralisation insignifiante à la source mais significative en aval du cours d'eau, tout en subissant de très grandes variations.

#### 4.3.1.2. L'indice biotique (BMWP) score moyen.

L'allure ascendante de ces deux courbes d'aval en amont ( figure 3) s'explique par le fait que les stations en amont présentent de faibles charges organiques. Il y a diminution de la capacité des organismes à coloniser les biotopes aquatiques ayant beaucoup de matières organiques en solution et en suspension . Nous remarquons aussi que les valeurs de l'indice "BMWP" score moyen en aval du ruisseau Konga Konga et au cours moyen du ruisseau Kabondo sont plus instables par rapport aux autres valeurs de ces systèmes.

Vu que le ruisseau Kabondo est moins sollicité que le ruisseau Konga Konga , les valeurs de cet indice (BMWP) score moyen sont légèrement supérieures à, celles du ruisseau Konga Konga, lorsque <sup>nos</sup> comparons les stations homologues.

Il avait été aussi constaté au Centre Régional de Recherche en Hydrobiologie Appliquée (CRRHA) à EUJUMBURA (KANKONDE, 1995 ) que les stations d'amont ( ayant une charge organique faible ) avaient des indices (BMWP) score inférieur ceux des stations en aval ( ayant une charge organique élevée). ARRIGNON (1976) avait souligné le fait que la plupart des espèces aquatiques pouvaient supporter facilement des variations relatives de la teneur en sels dissous, à condition que la minéralisation totale ne subisse pas de très grandes variations. Dans le cas contraire, il se produirait des migrations ou des mortalités massives.

#### 4.3.1.3. L'indice biotique "ASPT" moyen.

D'après la figure 4 , la courbe de score moyen par taxon (ASPT) moyen présente une légère variation dans les 3 stations du ruisseau Konga Konga . Le fait trouve son explication dans la perturbation du ruisseau à tout le niveau par la population environnante, tandis que le ruisseau Kabondo, qui est progressivement sollicité en aval , sa courbe accuse une ascension progressive d'aval en amont.

#### 4.3.1.4. L'indice biotique " OQR " moyen

La figure 5 montre que les courbes de variation de classement total de la qualité de l'eau accusent une ascension en amont de ces deux ruisseaux et présentent des valeurs inférieures en aval , Donc l'ascension des courbes progresse avec la faiblesse en charge organique dans le milieu et régresse avec l'accroissement de la charge organique.

Le ruisseau kabondo , moins sollicité, a le classement total de la qualité (OQR) supérieur à celui du ruisseau Konga Konga lorsque nous comparons les stations homologues.

#### 3.3.1.5. Fréquence de IQIs

Nous nous sommes servis de l'indice de classement total de la qualité d'eau pour nommer l'indices de qualité de Lincoln, dont les valeurs sont consignées dans les tableaux 1,2,3,4,5 et 6 en annexe II>

C'est à partir de fréquences de l'indices de qualité de lincoln par mois que nous avons réalisé l'indice de qualité de lincoln global (IQIs par station (tableau II)).

Quand nous lisons les valeurs de IQIs , nous constatons que la légère amélioration n'a pas affecté la qualité de l'eau qui est pauvre pour le ruisseau Konga Konga tandis que le ruisseau Kabondo accuse une amélioration significative donc de pauvre à la qualité modérée en amont. Le fait s'exprime par la faible

exploitation par l'homme de la station en amont du ruisseau Kabondo par rapport aux stations de ces deux ruisseaux.

L'eau de ces deux ruisseaux est de qualité pauvre, peut être acceptée comme source d'agrément, d'après MASON (1991).

### 3.3.2. L'évolution temporelle des indices biotiques (BMWP) score et OQR) dans les 2 ruisseaux.

Nous avons utilisés les indices biotiques (BMWP) score et (OQR) pour observer leur évolution dans le temps, parce qu'ils sont principaux, par conséquent, ils sont l'expression des indices (ASPT) et (IQIs), le graphique est monté par station pour observer l'évolution temporelle des indices biotiques ci-haut cités.

D'après les figures 6,7,8,9,10 et 11, les courbes présentent l'allure irrégulière dans l'ensemble de ces ruisseaux. les courbes des stations en amont ont tendance à se stabiliser dans une certaine allure comparativement à celles d'aval de ces ruisseaux.

Le constat ce que, les indices biotiques varient dans le temps pour les différentes stations de nos deux ruisseaux étudiés.

Nous pensons que l'instabilité des indices biotiques dans le temps est due d'une part aux facteurs climatiques (particulièrement les précipitations) qui ont un impact sur le gonflement et l'étiage de cours d'eau, d'autre part à l'activité anthropique qui perturbe l'harmonie des écosystèmes aquatiques.

## CHAPITRE V : CONCLUSION .

De ce qui précède, il ressort qu'il existe une légère différence entre les deux méthodes d'évaluation de la qualité d'eau, la méthode chimique et la méthode biologique. Les deux méthodes conviennent aux résultats selon lesquels, les ruisseaux Kabondo qui est riche en bio-diversité est moins pollué par rapport au ruisseau Konga Konga qui a moins de familles de macro invertébrés benthiques.

L'évolution spatiale de la qualité d'eau dans les deux ruisseaux est progressive en amont, tandis que l'évolution temporelle de la qualité est brutale dans les stations en aval, mais en amont, les courbes observent une allure régulière.

D'après la méthode anglaise de détermination de la qualité d'eau par l'indice biotique (BMWP) score et les indices associés, les eaux des ruisseaux ; Konga Konga et Kabondo sont de qualité pauvre.

Vu que 71,4% des familles identifiées sont constituées des familles utilisées par la méthode anglaise de détermination de la qualité d'eau d'un ruisseau (rivière), nous pensons que les résultats obtenus sont fiables et que la méthode mérite d'être retenue pour nos milieux moyennant l'ajustement de la liste des familles bio-indicatrices. Ainsi, nous épousons l'avis de DAJOZ (1975), selon lequel, le rôle des écologistes est de fonder sur les bases scientifiques, des méthodes neuves, originales en fonction de l'ensemble de la biosphère.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ARRIGNON, J. 1976; Aménagement écologique et piscicole des eaux douces, Bordas, Paris 340 p.
2. BORNARD, C.; BURNAUD, M., LASCOMBE, C, et MAUCET, D. 1983 ,  
Utilisation de la macrofaune benthique et des paramètres de la dérive pour la détermination de l'état de pollution d'un cours d'eau de montagne ;  
Rivière le maudret (isère), comité scientifique "EAU" -secrétariat d'Etat à l'environnement, rapport, 50 p.
3. BOURNAUD, M. KECK; G et RICHOUX, P. 1980., les prélèvements de macro-invertébrés benthiques en tant que révélateurs de la physionomie d'une rivière,  
Annale limnologique, 16(1) : 55-75
4. BROWN, D.S., 1980, Fresh water snails of africa and their medical importance , Taylor and Francis, London, 486 p.
5. CALAMARI, D. et NAEVE, H, (éds). 1994; Révue de la pollution dans l'environnement aquatique africain. Document technique du C.P.A. no 25, Romé, F.A.O., 129 p.
6. CRANSTON, P., RAMSDALE, C., SNOW, K., et WHITE, G. 1987, Keys to the adults, male hypopyea, fourth instar (Larvae) and pupae of the british mosquitoes (culicidae), Fresh water Biological Association, Scientific publication No 48, AMBLESIDE, London 150p.
7. DAJOZ, R. 1975, Précis d'écologie, Gauthier- Villars, Ed. IV.  
BORDAS, paris, 503.p
8. DANISH BILHARZIOSIS LABORATORY OMS. 1981 , Guide pratique pour l'identification de mollusque d'eau douce africaine , Copenhague, 25.p.
9. DE PAUW AND VANHOHEN, G 1983 , Method of biological quality assesment of water course in Belgium  
hydrobiologia 100 153-158.
10. DETHIER, M. et HAENNI, J.P., 1986, Insectes ; 6 Hétéroptères aquatiques et ripicoles, 7 : Planipennes, le Megaloptère et lepidoptères à Larves aquatiques,  
Universit /claude Bernard lyon1, 221 p.

11. DURAND, J. et LEVEQUE, C. 1981, Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanaise, O.R.S.T.O.M., 45, Paris, 625 p.
12. EDINGTON, J. et HILDREW A., 1995, CASELESS caddis Larvae of The british isles, london, 134p.
13. ELLIOT, J. HUMPHREYS, V. ET MACAN, T., 1988, Larvae of the british Ephemeroptera ; a key with ecological notes, fresh water biological Association, Ambleside, Cumbria LA22 0LP, 145 p.
14. GOLAMA, S.K., 1989, Etude préliminaire des caractéristiques physico-chimiques des eaux de quelques étangs à Kizangani, Ann.Fac.Sc., UNIKIS, Kizangani, pp.63-72.
15. HYNES, H. 1977, A key to the adult and nymphs of the british stoneflies (Plecoptera); utario, 90p.
16. KANKONDA, B. 1995, utilisation de quelques indices biotiques (Européens) dans l'évaluation de la qualité biologique des eaux continentales africaines, rapport de stage au CRRHA, 12 p.
17. MACAN, T. 1994, Fresh and Brackish -water Gasteropodes, fourth edition, London, 44p.
18. MARSDEN, A., (SD), Emploi de l'"indice biologique" Département "Eaux Résiduaires" de la société DEGREMONT-SOBELCO. 8-15 pp.
19. MASON, C.F., 1991, Biology of fresh water pollution, 2e Ed., Longman Scientific and Technical, London, 351 p.
20. MICHA, J., et NOISET, J. 1982, Evaluation biologique de la pollution des ruisseaux et rivières par les invertébrés aquatiques Probio - revue, no1, 142 p.
21. NISBET, M. et VERNAUX, J. 1970, Composantes chimiques des eaux courantes, ann.limm.t.6, fasc.2 ; 161-190.
22. NYAKABWA, M. 1982, Phytocénose de l'écosystème urbain de Kizangani, Thèse Doct, F.S. UNIKIS, 418P.
23. RICHOUX, P. 1982, Coléoptères aquatiques (genres ; adultes et larves), Université Claude Bernard, Lyon 1.
24. RODIER, J. 1978, Analyse de l'eau, Dunod, Ed. VI, Paris, 1135 p.
25. SAVAGE, A. 1989, Adults of the british aquatic Hemiptera Heteroptera a key with ecological notes, 174p.
26. SCHOLTZ, C. and HOLM, E., 1980, Insects of southern african Butterworth, Durban, 340 p.

27. TACHET, H., BOURNAUD, M et RICHOUX, P. 1980, Introduction à l'étude des macro invertébrés des eaux douces (systématiques élémentaires et aperçu écologique C.P.D.P.A.F.L, Paris, 150 p.
28. VERGON, J.P. et BOURGEOIS, C. 1993, diptères : chironomides : larves équatiques, Université de Savoie, Chambéry, 131 p.
29. VERNEAUX, J. 1973, cours d'eau de Franche comté ( massif du Jura). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de Besançon 273 p.
30. VERNAUX, J. et TUFFERY, G. 1967, une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes ; Indices biotiques, ann. Oscient. de l'Université de Besançon, fasc.3 : 79-89
31. VILLIERS, A. 1943, Hémiptères de l'Afrique noire Initiation africaine, Paris 10 ; 44-208.
32. UNESCO, 1996, Eau douce, Eau trouble, Eau rare, no 84 , Novembre 1996; Paris, 84 7-16.
33. TSHIKAYA, 1989. Evaluation de différents indices biologiques (basés sur les macro invertébrés) dans la détermination de la pollution des ruisseaux de Kisangani monographie, inédite, F.S., UNIKIS, PP.7-8.

## TABLE DES MATIERES

DEDICACE

AVANT PROPOS

RESUME

CHAPITRE I INTRODUCTION.....	1
I.1. Généralités .....	1
I.2. But et intérêt du travail.....	3
I.3. Milieu d'Etude.....	4
I.3.1. Situation Géographique et climatique de Kisangani.....	4
I.3.2. Reseau hydrographique.....	5
I.3.3. Choix et description des biotopes.....	6
CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES.....	9
II.1. Sur le terrain.....	9
II.2. Au laboratoire .....	11
II.3. Calcul de l'indice chimique de pollution.....	11
II.4. Calcul des indices biologiques.....	12
CHAPITRE III RESULTATS.....	19
3.1. Les paramètres physico-chimiques de la pollution.....	19
3.2. Les Macro-invertébrés.....	20
3.3. Les indices biotiques.....	24
3.3.1. L'évolution spatiale des indices biotiques.....	26
3.3.2. L'évolution temporelle des indices biotiques : ( BMWF ) score et (OQR) dans les deux ruisseaux.....	32
CHAPITRE IV : INTERPRETATION ET DISCUSSION DES RESULTATS.....	38
4.1. les paramètres physico-chimiques .....	38
4.2. Les macro - invertébrés benthiques .....	40
4.3. les indices biotiques .....	43
4.3.1. L'évolution spatiale des indices biotiques.....	43
4.3.2. L'évolution temporelle des indices biotiques (BMWFP) score et (OQR) dans les deux ruisseaux.....	46
CHAPITRE V CONCLUSION.....	47
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	48
ANNEXES	

# A N N E X E I FICHE D'APPRECIATION DE MESURES

TABLE : FIELD PROTOCOL - BIOLOGICAL ASSESSMENT

Location

Watercourse : Municipality  
 Station number : Description  
 Date : Hour  
 Weather conditions : rain, before, during sampling  
 Macrohabitat : crenon (source) rhithron (mountain river)-  
 potamon (lowland river) - canal  
 Width (m) : 1/1-5 5-25 25-100 100  
 Depth (average m) : 0.1/0.1-0.5 0.5-1 1-2 2  
 Slope 0/00 : 1/1-3 3-7 7  
 Current speed : eddy - fast - moderate - slow - stagnant  
 Substrate - type : (riverbed)  
 Dominant : blocs bouders (> 20 mm) Accidental : blocs,  
 boulders  
 gravel (2-20 mm) gravel  
 sand (0.2-2 mm) sand  
 silt, mud (< 0.2 mm) silt, mud  
 Substrate condition : clean, covered with organic material,  
 leaves - others  
 Transparency (Secchi cm) : clear (> 50) - turbid (10-50) -very  
 turbid (< 10)  
 Temperature O<sub>2</sub> : pH  
 Hardness : soft (1 meq l) - medium (1-5) - hard (5 meq. l)  
 Exposure : open half open covered : %  
 Structure of the bank : natural wooded stones - concrete  
 Biocenoses (micro-habitats)  
 Sampling technique : handnet by hand  
 Sampled area : Sampling time

Sampled substrates :

Aquatic vegetation : (0)absent (1)scarce (2)moderate (3)abundant  
 Middle Bank

Macro-algae : .....  
 Macrophyte : .....  
 Sewage fungi : .....  
 Macro-invertebrates : numerous - moderate - scarce - absent -  
 diversified little diversified

Surrounding environment : agriculture pastures residential area -  
 industry

Varia

Water color : Macro-optical pollution  
 Remarks :

Tableau 1 : Mesures de paramètres physico-chimiques

ANNEXE I

STATION	01 o2/ 1997				28 /05 1997				9/05/97				31 /07/ 1997			
	Heure	T°	pH	C	O	Heure	T°	pH	C	O	Heure	T°	pH	C	O	
I	18H05	29	6	79,5	5	17H00	31	6,15	90	35	14h00	32	6,2	72,5	60	
II	17H20	31	6	75,6	35	16H25	31	5,16	52,5	15	13h05	35	5,78	48,7	50	
III	16H30	31	5	64	9	16H00	35	5,52	69,2	20	12h30	34	5,65	65,2	15	
IV	14H00	33	7	120,5	49	13H55	36	7,08	119,3	60	10h05	30	6,55	131,6	75	
V	15H00	34	7	158,2	55	14H45	35	6,82	126,2	82	11h10	32	6,48	189,6	70	
VI	15H48	32	5	36,4	32	15H20	33	4,2	47	20	11h55	35	4,2	47,3	65	

légende : T° : temperature en degré celcius

pH : potentiel d'hydrogène en sorensen

c : conductivité électrique en Us/cm

O ; oxygène dissous en %.

Tableau 2 Valeurs des indices chimiques

ANNEXE I

STATION	1/02/97			28/02/97			9/05/97			31/07/97		
	pH	C	O	pH	C	O	pH	C	O	pH	C	O
I	1,84	0,21	11	1,7	0,238	5,6	1,6	0,192	3,2	1,72	0,2	5,6
II	2,44	0,2	5,6	3,68	0,139	8,9	2,44	0,129	4	2,52	0,2	4
III	3,08	0,17	10	2,96	0,183	7,96	2,7	0,173	8,9	2,54	0,2	6,3
IV	0,36	0,32	4,1	0,0036	0,316	3,2	0,9	0,349	2	0,38	0,3	3,6
V	1	0,42	3,6	0,36	0,335	1,44	1,04	0,503	2,4	0,6	0,4	2,8
VI	4,5	0,1	6	5,6	0,124	7,96	5,6	0,125	1,2	3,8	0,1	3,6

Légende :

pH : Potentiel d'Hydrogène  
en Sorensen

C : Conductivité électrique en Us/cm

O : Oxygène dissous.

## ANNEXE II

Les effectifs des macro-invertébrés benthiques par mois et les différentes valeurs des indices biotiques pour chacune des stations.

ANNEXE : II : Tableau 1 : STATION I.

Groupes	faunistiques	BNMF	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOT
Trichopteres	Léptoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Philopotamidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydropsychidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gdonates	Aeschnidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cordullidae	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Libellulidae	6	7	5	0	0	6	1	0	1	2	0	1	0	23
	Coenagrionidae	6	38	33	0	16	26	7	5	6	0	2	0	0	133
EPHEMEROPTERES	Caenidae	7	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
	Baetidae	4	26	14	14	37	5	2	5	4	0	0	0	4	111
Hétéroptères	Corixidae	5	3	7	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	15
	Gerridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mesovelliidae	5	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
	Naucoridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nepidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Kotonectidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	4	0	2	12
	Veliidae	0	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	6
Coléoptères	Dryopidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dytiscidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gyrinidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Halplidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydrophilidae.	5	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6
	Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spercheidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dipteres	Simuliidae	5	14	10	0	0	0	1	0	0	0	0	7	2	34
	Chironomidae	2	1	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10
	Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achetes	Eepobdellidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossiphonidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Hirudidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalves	Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasteropodes	Lymnaeidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Planorbidae	3	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Valvatidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ampullariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thiaridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustaces	Atyidae	0	0	1	3	2	9	22	4	38	1	3	0	0	83
	Potamonautidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Hydracariens	Hydracariens	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		BNMF*	52,3	51,8	36	44,3	46,7	18	33,3	10,2	26,6	17	51	29,1	
		BNMF	38	50	16	18	23	23	10	18	8	11	21	16	
		ASPT	4,75	4,16	3,2	3,6	3,28	3,28	2,5	4,5	2,66	2,75	5,25	2,66	
		QGR	3,5	3	2	2,5	2	2	1	2,5	1,5	1,5	3,5	2	
		LQIs	D	E	G	F	G	G	I	F	R	H	D	G	

ANNEXE II : Tableau 2 : Station II

		BMWPI	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL	
Trichopteres	Léptoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Philopotamidae	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Hydroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hydropsychidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonates	Aeschnidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Corduliidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Libelluliidae	8	8	12	6	10	8	7	4	2	2	1	0	0	60
	Coenagrionidae	6	0	0	0	6	1	3	2	0	0	0	0	0	12
Ephemeropteres	Caenidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Baetidae	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Corixidae	5	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	0	4	
Hétéroptères	Gerridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Mesoveliidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Naucoridae	5	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	5	
	Nepidae	5	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	
	Notonectidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	1	0	5
Coléoptères	Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dryopidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dytiscidae	5	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	
	Gyrinidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Haliplidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hydrophilidae	5	0	2	0	0	0	0	0	0	2	4	1	1	10
	Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spercheidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dipteres	Simuliidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Chironomidae	2	2	6	8	3	2	0	4	4	2	3	0	0	35
	Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Culicidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Achetes	Erpobdellidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Glossiphonidae	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
Bivalves	Hirudidae	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	
	Sphaeriidae	3	62	61	15	20	12	32	30	26	18	2	1	1	280
Gasteropodes	Lymnaeidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Planorbidae	3	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3	
	Valvatidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ampullariidae	0	0	4	1	1	4	1	3	1	1	2	2	1	21
	Thiaridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Crustaces	Atyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Potamonautidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hydracariens		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		BMWPI	35	36	37	43	40	38	34	31	33	36	16	27	
		BMWP	18	30	18	38	24	34	29	18	21	23	8	8	
		ASPT	5	4	4	3	3	4	4	3	4	4	2	3	
		OGR	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	1	2	
		LQIs	F	F	F	F	G	E	F	G	G	F	I	H	
		Qual	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	TP	TP	

ANNEXE II : Tableau 3 : Station III

		BMWPI	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL	
Trichopteres	Léptoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PHilopotamidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	HYdroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hydropsychidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonates	Aeschnidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Corduliidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Libelluliidae	8	6	8	6	5	6	13	8	15	5	13	3	0	88
	Coenagrionidae	6	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4	0	8
Ephemeropteres	Caenidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Baetidae	4	1	3	3	3	3	7	6	0	0	0	0	26	
Hétéroptères	Corixidae	5	0	0	13	2	2	4	0	1	0	0	0	22	
	Gerridae	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	
	Mesoveliidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Naucoridae	5	1	0	0	1	2	2	1	1	3	0	0	11	
	Nepidae	5	0	0	1	1	0	0	1	1	2	0	0	7	
	Notonectidae	5	0	0	2	0	0	1	0	1	0	0	0	4	
	Belostomatidae	0	1	3	6	9	14	30	18	13	15	19	1	7	136
	Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Coléoptères	Dryopidae	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	
	Dytiscidae	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Gyrinidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Haliplidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hydrophilidae	5	2	0	1	8	5	5	3	3	4	5	1	4	41
	Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
	Spercheidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dipteres	Simuliidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Chironomidae	2	54	10	0	12	3	3	4	3	2	3	0	21	115
	Ceratopogomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Achetes	ERpobdellidae	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	
	Glossiphonidae	3	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	
Bivalves	Hirudidae	3	0	0	0	0	0	1	0	5	1	4	4	15	
	Sphaeridae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lymnaeidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gasteropodes	Planorbidae	3	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	6	
	Valvatidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ampullariidae	0	0	1	1	0	0	2	14	6	3	3	2	0	32
	Thiaridae	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	
Crustaces	Atyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Potamonautidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hydracariens		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

BMWPI	27	38	43	33	32	29	22	36	27	32	43	22
BMWPI	32	14	40	42	43	40	38	44	34	29	22	17
ASPT	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3
OQR	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2
LQIsE	H	E	E	E	F	F	E	E	G	F	G	
QualM	TP	M	M	M	P	P	M	M	P	P	P	

ANNEXE II ; Tableau 4 : Station IV

		BMWPI	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL	
Trichopteres	Léptoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	PHilopotamida	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	HYdroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hydropsychida	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Odonates	Aeschnidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Corduliidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Libelluliidae	8	0	0	0	0	0	2	0	0	8	1	0	11	
	Coenagrionida	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Ephemeropteres	Caenidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Baetidae	4	0	1	1	0	0	0	0	12	1	2	1	18	
Hétéroptères	Corixidae	5	35	58	14	15	14	5	6	7	0	11	1	0	166
	Gerridae	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
	Mesoveliidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naucoridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nepidae	5	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	3
	Notonectidae	5	0	2	1	1	0	8	0	3	1	1	0	1	18
	Belostomatida	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	1	6
	Veliidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	5	0	9
Coléoptères	Dryopidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dytiscidae	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
	Gyrinidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Haliplidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hydrophilidae	5	1	1	1	0	1	0	0	11	1	1	0	1	18
	Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spercheidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dipteres	Simuliidae	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Chironomidae	2	0	5	1	1	0	0	0	0	0	4	8	1	20
	Ceratopogomid	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
	Culicidae	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achetes	ERpobdellidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Glossiphonida	3	8	7	23	5	2	2	6	2	0	15	4	1	75
Bivalves	Hirudidae	3	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	4
	Sphaeridae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gasteropodes	Lymnaeidae	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
	Planorbidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Valvatidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Ampullariidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
	Thiaridae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Atyidae	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Crustaces	Potamonautida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hydracariens		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	BMWP	44	45	38	44	45	41	34	44	62	35	19	29		
	BMWP	18	34	27	20	13	24	8	34	32	35	14	20		
	ASPT	3	4	4	4	3	3	2	4	5	4	2	3		
	OQR	2	3	3	3	2	2	1	3	3	3	1	2		
	LQIsG		E	F	F	H	G	I	E	E	E	I	G		
	QualP		M	P	P	TP	P	TP	M	M	M	TP	P		

ANNEXE II Tableau 5 : station V

		BMWPI	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL	
Trichopteres	Léptoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Philopotamidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hydroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hydropsychidae	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Odonates	Aeschnidae	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Corduliidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Libelluliidae	8	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2	
	Coenagrionidae	6	22	5	1	0	0	1	4	2	1	1	6	0	39
Ephemeropteres	Caenidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Baetidae	4	15	0	20	3	0	6	4	8	6	17	2	0	81
Hétéroptères	Corixidae	5	5	0	3	1	0	0	0	2	0	0	0	11	
	Gerridae	5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	
	Mesoveliidae	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Naucoridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Nepidae	5	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	4	
	Notonectidae	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	2	4	5	3	0	0	0	0	14
	Veliidae	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Coléoptères	Dryopidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dytiscidae	5	9	2	2	0	2	0	2	1	2	0	0	0	20
	Gyrinidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Haliplidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Hydrophilidae	5	5	5	0	0	1	14	13	11	3	3	0	0	55
	Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spercheidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dipteres	Simuliidae	5	30	21	0	0	0	0	0	0	1	0	0	52	
	Chironomidae	2	106	8	10	0	0	0	12	23	3	64	85	31	342
	Ceratopogonida	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Culicidae	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	Syrphidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Achetes	Erpobdellidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Glossiphonidae	3	2	27	14	1	4	0	0	4	0	2	0	0	44
Bivalves	Hirudidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Sphaeridae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gasteropodes	Lymnaeidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Planorbidae	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Valvatidae	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
	Ampullariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Thiaridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Crustaces	Atyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Potamonautidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hydracariens		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
	BMWPI*	33	39	36	41	32	40	35	31	38	26	23	20		
	BMWPI	48	44	35	25	18	18	22	30	22	38	12	2		
	ASPT	3,7	4	4	4	4	4	4	3	4	5	3	2		
	OGR	3	3	3	3	3	3	3	2	3	4	2	1		
	LQI	E	E	F	F	F	F	G	F	D	H	I			
	QualM	M	M	P	P	P	P	P	P	M	TP	TP			

ANNEXE II : Tableau 6 : Station VI

		BMWPI	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	TOTAL	
Trichopteres	Léptoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	5
	Philopotamidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydroptilidae	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Hydropsychidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odonates	Aeschnidae	8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Corduliidae	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Libelluliidae	8	4	22	7	25	28	5	12	18	15	21	4	2	163
	Coenagrionidae	6	22	0	0	24	16	5	24	18	1	13	9	12	144
Ephemeropteres	Caenidae	7	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
	Baetidae	4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Hétéroptères	Corixidae	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Gerridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Mesoveliidae	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Naucoridae	5	3	2	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	12
	Nepidae	5	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3
	Notonectidae	5	0	1	9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	13
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	5
	Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coléoptères	Dryopidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dytiscidae	5	3	1	3	1	1	4	0	0	0	0	1	0	14
	Gyrinidae	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Halíplidae	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Hydrophilidae	5	1	5	11	4	4	0	2	1	3	0	0	0	31
	Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Spercheidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dipteres	Simuliidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chironomidae	2	8	3	0	2	1	0	2	1	7	4	0	2	32
	Ceratopogomidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Achetes	Erpobdellidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossiphonidae	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BIVALVES	Hirudidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasteropodes	Lymnaeidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Planorbidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Valvatidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ampullariidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Thiaridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	Atyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crustaces	Potamonautidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hydracariens		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		BMW54	67	55	66	69	64	61	66	55	64	66	57		
		BMW59	43	38	34	31	19	30	36	26	29	34	22		
		ASPT	5	5	5	5	5	6	4	5	4	5	6	4	
		OQR	4	4	4	4	4	5	3	4	3	3	5	3	
		LQIsC	C	C	D	C	B	F	C	F	E	B	F		
		QualB	B	D	M	B	B	F	B	F	M	B	P		