

# Étude préliminaire de la densité et de la répartition des mollusques dans deux cours d'eau du Zaïre oriental

Bajope BALUKU, Guy JOSENS & Michel LOREAU

Baluku, B., Josens, G. & Loreau, M. 1989. Étude préliminaire de la densité et de la répartition des mollusques dans deux cours d'eau du Zaïre oriental. *Revue Zool. afr. - J. Afr. Zool.* 103: 291-302.

*Preliminary study of the density and distribution of molluscs in two streams of Eastern Zaïre.* – An ecological study on freshwater molluscs was carried out in two small streams in Eastern Zaïre: the Virunga at Lwiro and the Bilala at Kiliba. Both the Virunga and the Bilala contained 5 species. They were divided into 6 and 5 stations respectively according to vegetation, current speed and bottom deposits. A preliminary sampling was set out in order to choose the quadrat size and the number of samples to be taken in each station. The efficiency of the sorting method was also estimated. The main sampling used 25 x 25 cm quadrats; it showed important differences between the stations. The Virunga stations contained 1 to 4 species with a density between 70 and 250 individuals/m<sup>2</sup>; the Bilala stations contained 1 to 5 species with a density between 10 and 150 individuals/m<sup>2</sup>. A brief analysis leads the authors to define a "Biomphalaria biotope" and to suggest that the plantation of forest galleries might contribute to the biological control of this major intermediate host of bilharziasis.

Une étude écologique des mollusques dulcicoles a été réalisée dans deux petits cours d'eau de l'Est du Zaïre: le Virunga à Lwiro et le Bilala à Kiliba, qui abritent chacun 5 espèces. Respectivement 6 et 5 stations ont été définies dans ces cours d'eau d'après la végétation, la vitesse du courant et la nature du fond. Un échantillonnage préliminaire a permis de choisir la taille des quadrats et de calculer le nombre d'échantillons à prélever dans chaque station; l'efficacité de la méthode de tri a été estimée. L'échantillonnage définitif, basé sur des quadrats de 25 x 25 cm, a mis en évidence des différences importantes entre les stations: celles du Virunga abritent de 1 à 4 espèces avec une densité moyenne variant entre 70 et 250 individus/m<sup>2</sup>; celles du Bilala contiennent de 1 à 5 espèces, avec une densité comprise entre 10 et 150 individus/m<sup>2</sup>. Une analyse succincte a permis de reconnaître un "biotop à *Biomphalaria*" et de suggérer la plantation de galeries forestières à l'appui d'une lutte intégrée contre cet hôte intermédiaire de la bilharziose.

Mots clé - Key words: Freshwater molluscs, density, community, population, *Biomphalaria pfeifferi*, *Bulinus natalensis*, *Lymnaea natalensis*, *Pila ovata*, *Pisidium casertanum*, *Potadoma ignobilis*, *Tomichia kivuensis*, Zaïre.

B. Baluku, Centre de Recherches en Sciences Naturelles, Lwiro, D.S. Bukavu, Zaïre. – G. Josens (à qui les demandes de tirés-à-part doivent être adressées) & M. Loreau, Laboratoire de Zoologie systématique et d'Ecologie animale, Université libre de Bruxelles. (C.P. 160), Avenue F. Roosevelt 50, B-1050 Bruxelles (Belgique).

## INTRODUCTION

L'étude des peuplements en mollusques des petits cours d'eau a très rarement été abordée de manière quantitative sur le continent africain. Or, parmi ces mollusques, de nombreuses espèces jouent un rôle important dans la transmission de parasitoses à Trématodes (Brown, 1980). En particulier, les *Biom-*

*phalaria* et les *Bulinus* sont des hôtes intermédiaires obligés dans la transmission des schistosomiasis, qui constituent au Zaïre un important problème de santé publique.

Le but de notre travail, à long terme, est d'étudier l'écologie de ces mollusques, leur régime alimentaire, la dynamique de leurs populations et leurs prédateurs. Un tel travail peut déboucher sur la mise au point de moyens de lutte biologi-

que contre les schistosomiasés qui soient à la fois peu coûteux, sans risques pour l'environnement et dont les effets pourraient être plus durables que les traitements chimiques.

Une lutte biologique efficace doit toujours s'appuyer sur des données écologiques solides et si possible sur une étude de la dynamique des populations. Ceci implique l'acquisition de données sur la densité, la répartition spatiale et les déplacements des organismes au cours du temps.

Le point de départ de nos recherches a été l'établissement d'un plan d'échantillonnage et le choix des méthodes de prélèvement des animaux en vue d'estimer leurs densités de populations. Le présent article est consacré à la discussion des résultats préliminaires et à la présentation des résultats globaux de l'échantillonnage définitif. L'analyse des variations temporelles et de la dynamique des populations font l'objet d'autres publications (Loreau & Baluku, 1987a, 1987b; Baluku & Loreau, 1989; Baluku *et al.* en prép.).

## SITES ÉTUDIÉS

### Choix des sites d'étude

Lwiro est situé par 28°48' de longitude Est et 2°15' de latitude Sud, à 1740 m d'altitude, à 7 km du lac Kivu et à 50 km au Nord de Bukavu.

Le climat est de type tropical humide, mais avec une température moyenne relativement fraîche en raison de l'altitude élevée: 19,5°C; la pluviosité dépasse 1500 mm par an et permet de distinguer deux saisons: une courte saison sèche (juin et juillet) et une longue saison humide (d'août à mai).

La végétation climacique est la forêt à *Albizia grandibacteata* (arbre dominant), mais elle est fortement dégradée et cède progressivement la place à une savane cultivée.

Cette localité a été choisie car le Centre de Recherches en Sciences Naturelles du Zaïre y dispose d'une infrastructure importante (logements et laboratoires) et en raison de la présence de *Biomphalaria pfeifferi* dans le ruisseau Virunga. La schistosomiase intestinale est toutefois rare dans la région: quelques cas ont été signalés dans un village à 7 km de Lwiro, sur les rives du lac Kivu.

Kiliba se trouve dans la plaine de la Ruzizi, par 29°30' de longitude Est et 3°15' de latitude Sud, à 800 m d'altitude, à 7 km au Nord d'Uvira et à 170 km au sud de Lwiro.

La végétation est une mosaïque de savanes herbeuses à *Hyparrhenia* et de galeries forestières étroites.

Le climat est de type tropical sec, avec une température moyenne de l'air de 24,7°C et une pluviosité d'environ 650 mm par an. La saison sèche s'étend sur cinq mois, de juin à octobre, et la saison humide de novembre à avril.

Cette région présente une endémicité élevée (60 à 75 %) en schistosomiase intestinale à *Schistosoma mansoni*, dont *B. pfeifferi* est l'hôte intermédiaire (Rapports médicaux de Kiliba, de 1979 à 1983).

La localité a en outre été choisie en raison de la proximité d'Uvira, où se trouve un Centre de Recherches Hydrobiologiques, qui offre des facilités de logement, et de la proximité d'une vaste exploitation de canne à sucre et de riz inondé (SUCRAF), qui enregistre les principaux paramètres météorologiques.

### Choix des cours d'eau

Nous avons choisi d'étudier deux cours d'eau: le ruisseau Virunga (Kajabwe) à Lwiro et le Drain 2 (Bilala) à Kiliba.

Le Virunga est un ruisseau naturel d'environ 2,3 km de long, de 1 à 3 m de large et de 0.1 à 0.4 m de profondeur; son courant lent est favorable à l'installation de Gastéropodes aquatiques. C'est un

affluent de la rivière Lwiro, qui elle-même se jette dans le lac Kivu.

Le Drain 2 est un cours d'eau artificiel, creusé en 1955, dont 2,1 km ont été étudiés. Le drain lui-même est large de 6 m, mais l'eau n'en occupe généralement que le fond, sur une largeur de 2 à 3 m et sur une profondeur de 0,1 à 0,5 m. Il est alimenté en eau par une dérivation des rivières Nyamunindi et Kiliba et sert à irriguer des rizières et des plantations de canne à sucre de la SUCRAF; en saison des pluies, il permet de drainer ces mêmes cultures.

En principe, il contient en permanence de l'eau qui s'écoule lentement vers la rivière Kiliba et de là vers la Ruzizi et le lac Tanganyika, mais il peut être mis à sec en fonction des besoins de la SUCRAF.

Le surnom "Bilala" donné au Drain 2 par les habitants de Kiliba provient du mot "bilharziose" et témoigne de l'importance de la maladie en ce site. Nous continuerons à utiliser ce surnom dans la suite de cet article.

Les caractéristiques chimiques des deux ruisseaux (et de leurs cours tributaires) ont été mesurées sur des prélèvements réalisés en août 1985; ils figurent dans le tableau 1.

Le Virunga, par comparaison avec la moyenne des cours d'eau des régions tropicales (Meybeck, 1979), est particulièrement riche en silice, calcium, magnésium et sodium. Il est en revanche anormalement pauvre en sulfate, ce qui pour-

rait résulter d'une sulfo-réduction au niveau de la nappe phréatique, relativement fréquente dans les régions volcaniques (R. Wollast, comm. pers.); cette caractéristique doit donc être particulièrement marquée à proximité de la source.

Le Bilala présente des valeurs plus proches de la moyenne.

Les deux cours d'eau étudiés ont un pH légèrement basique et très bien tamponné.

### Caractérisation des stations

Préalablement à l'étude, les deux cours d'eau ont été divisés en stations que nous avons jugées homogènes par la vitesse du courant, la nature des sédiments, la végétation aquatique et la végétation riveraine.

A chaque échantillonnage, nous avons mesuré ou estimé

- la profondeur de l'eau;
- la vitesse du courant en surface en chronométrant le déplacement d'une goutte d'huile de palme entre deux points distants de 1 m;
- la nature des sédiments;
- l'abondance relative de la végétation aquatique : de - (absente) à +++ (très abondante);
- le degré de recouvrement par les galeries forestières, les roselières, ... en utilisant une échelle à 5 degrés: 0, 1/4, 2/4, 3/4 et 4/4.

Tableau 1. - Caractéristiques chimiques des ruisseaux étudiés et de leurs tributaires

Cours d'eau	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	K <sup>+</sup> mg/l	Na <sup>+</sup> mg/l	SiO <sub>2</sub> mg/l	Cl <sup>-</sup> mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	Total mg/l	Ca- tions meq/l	Anions meq/l	Con- ductivité µS/cm	pH
Virunga	73,6	32,9	5,7	50,4	34,6	13,9	0,13	486	0,36	642	8,71	8,37	723	8,1
Lwiro	9,7	4,6	1,7	3,7	25,0	0,94	5,35	57	1,64	104	1,06	1,09	105	7,0
Bilala	17,4	7,8	1,9	51,7	24,7	2,65	19,4	206	1,65	279	3,81	3,88	360	7,9
Kiliba	17,4	7,3	2,9	34,0	23,9	2,33	17,7	156	0,38	225	3,02	3,00	281	7,7

Les caractéristiques des stations sont indiquées dans la première partie des tableaux 5 et 6.

## MÉTHODOLOGIE

La délimitation des quadrats a été réalisée à l'aide de cadres en bois de 30 cm de hauteur. Le matériel végétal ainsi que les sédiments récoltés dans chaque quadrat étaient lavés sous eau sur un tamis à mailles de 0,8 mm. Les mollusques, triés sur place, étaient fixés à l'alcool 70° pour être identifiés, comptés et mesurés au laboratoire.

Un échantillonnage préliminaire a été réalisé afin

- de choisir la taille du quadrat utilisé pour les prélèvements quantitatifs et
- de déterminer le nombre de relevés (N) à effectuer dans chaque station lors de chaque session d'échantillonnage.

### Taille des quadrats

Afin de choisir la taille des quadrats, 6 échantillons de 50 x 50, de 25 x 25 et de 10 x 10 cm ont été prélevés dans chaque station des deux cours d'eau.

Le tableau 2 reprend à titre d'exemple quelques résultats de notre échantillonnage préliminaire dans le Virunga. Dans tous les cas, la densité (exprimée par m<sup>2</sup>) augmente quand la taille du quadrat diminue.

Nous admettons que les quadrats de 50 x 50 cm sous-estiment la densité, en raison du grand volume de sédiments et de plantes aquatiques qu'il faut manipuler, ce qui diminue l'efficacité du tri.

Ce facteur a également pu jouer pour les quadrats de 25 x 25 cm par rapport à ceux de 10 x 10 cm. Cependant, l'usage des quadrats de 10 x 10 cm s'est avéré assez délicat sur le terrain pour des raisons techniques.

- D'une part, il est difficile de prélever au fond de l'eau un petit quadrat de superficie précise. Une erreur de 1 cm sur le côté du carré provoque une erreur d'environ 20 % sur la surface dans les quadrats de 10 x 10 cm alors qu'elle n'entraîne qu'une erreur d'environ 8 % sur la surface des quadrats de 25 x 25 cm.
- D'autre part, lorsqu'il y a des végétaux aquatiques (ce qui est fréquent), l'échantillon comporte la surface délimitée au niveau du fond ainsi que les plantes et feuilles mortes qui se trouvent à l'aplomb de ce carré. Dans ce

Tableau 2. - Exemples de résultats de l'échantillonnage préliminaire. Densités des peuplements de mollusques, variances correspondantes et valeurs du paramètre *k* (de la distribution binomiale négative) pour trois stations en fonction de la taille des quadrats (Virunga, mars 1982) et estimation des nombres (*N*) minimaux d'échantillons à prélever pour atteindre un degré d'imprécision de 25 %.

STATIONS	2			3			5		
	50x50	25x25	10x10	50x50	25x25	10x10	50x50	25x25	10x10
Taille du quadrat (cm)	50x50	25x25	10x10	50x50	25x25	10x10	50x50	25x25	10x10
Densité ( <i>n</i> /quadrat)	12,8	3,33	0,67	14,5	6,00	1,67	26,5	9,33	1,50
Variance ( <i>s</i> <sup>2</sup> /quadrat)	179,8	19,07	0,67	160,7	23,2	1,47	352,3	46,27	1,10
<i>k</i>	0,98	0,70	n c*	1,44	2,09	n c*	2,16	2,36	n c*
Densité ( <i>n</i> /m <sup>2</sup> )	51,3	53,3	66,6	58,0	96,0	133,3	106,0	149,3	166,6
<i>N</i> ( <i>D</i> = 0,25)	18	28	24	12	10	11	8	8	8

\* n c signifie que la valeur de *k*, supérieure à 8, n'a pas été calculée.

cas, il y a une tentation réelle de prélever un volume de végétaux plus grand que celui qui se trouve vraiment à l'aplomb du petit quadrat.

Nous avons donc choisi, pour les échantillonnages définitifs, d'utiliser des quadrats de 25 cm de côté, délimités à l'aide d'un cadre en bois de 30 cm de hauteur.

### Nombre de relevés

On constate (tableau 2), pour les quadrats de 25 x 25 cm, que les moyennes sont plus faibles que les variances, ce qui est l'indice d'une répartition agrégative des animaux.

Nous avons donc calculé le nombre ( $N$ ) d'échantillons à prélever dans chaque station par la formule:

$$N = (1/\bar{x} + 1/k) / D^2$$

avec  $k = \bar{x}^2 / (\bar{s}^2 - \bar{x})$  (Southwood, 1978)

où  $\bar{x}$  est la densité moyenne estimée par l'échantillonnage préliminaire,  $\bar{s}^2$  la variance associée à  $\bar{x}$  et  $D$  le degré d'imprécision que l'on s'autorise. Afin de pouvoir échantillonner toutes les stations et de traiter tous les échantillons dans une période de temps raisonnable, nous avons attribué à  $D$  la valeur 0,25.

### Répartition spatiale et temporelle des quadrats

Les emplacements des relevés ont été déterminés au hasard. A cet effet, nous avons tout d'abord mesuré la longueur et la largeur de chaque station en nombre de pas (1 pas = 0,70 m). Nous avons ensuite utilisé une table de nombres aléatoires pour localiser chaque point d'échantillonnage dans le sens de la longueur et de la largeur. Tous les points ont été localisés sur une carte que nous avons utilisée à chaque sortie.

Les échantillonnages ont été réalisés dans le Virunga de juillet 1982 à mars 1983 et de mars 1984 à janvier 1985, du 21 au 24 de chaque mois, et dans le Bilala tous les deux mois entre le 15 et le 17.

Entre nos deux périodes d'étude, les deux cours d'eau ont subi des perturbations qui ont eu des répercussions importantes sur les populations de mollusques. Une bananeraie fut implantée sur la rive gauche de la station 5 du Virunga, créant un ombrage qui n'existait pas pendant notre première période d'étude. De son côté, le Bilala a été partiellement mis à sec pendant environ trois mois; seules quelques flaques ont persisté par endroits.

Tableau 3. – Liste des espèces identifiées dans le Virunga et le Bilala.

Espèces	Famille	Virunga	Bilala
<b>PROSOBRANCHES</b>			
<i>Pila ovata</i> (OLIVIER, 1804)	Pilidae		
<i>Tomichia kivuensis</i> (MANDAHL-BARTH, 1974)	Hydrobiidae		
<i>Potadoma ignobilis</i> (THIELE, 1911)	Thiaridae		
<b>PULMONÉS</b>			
<i>Lymnaea natalensis</i> (KRAUSS, 1848)	Lymnaeidae	+	
<i>Biomphalaria pfeifferi</i> (KRAUSS, 1848)	Planorbidae	+	
<i>Bulinus truncatus</i> (AUDOUIN, 1827)	Planorbidae	-	
<i>Bulinus forskali</i> (EHRENBERG, 1831)	Planorbidae		
<b>BIVALVES</b>			
<i>Pisidium casertanum</i> (POLI, 1791)	Sphaeriidae		

Tableau 4. – Efficacité du quadrat de 25 x 25 cm en fonction des espèces de mollusques.

Espèces	Taille moyenne en mm	Teinte	Pourcentage de recapture
<i>Potadoma ignobilis</i>	20,6	sombre	77
<i>Lymnaea natalensis</i>	15,3	sombre	74
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	7,8	sombre	72
<i>Pisidium casertanum</i>	3,1	claire	71
<i>Tomichia kivuensis</i>	3,0	sombre	43

### Efficacité de l'échantillonnage

L'efficacité de la méthode a été testée dans 5 stations du Virunga par l'usage d'individus adultes marqués et introduits par groupes de 5 dans 20 quadrats avant le prélèvement.

## RÉSULTATS

### Inventaire des mollusques récoltés

Les mollusques ont été identifiés grâce aux clefs de Kuiper (1966), Mandahl-Bart (1978) et Brown (1980). Les espèces récoltées dans les deux cours d'eau sont présentées dans le tableau 3. Cinq espèces ont été identifiées dans le Virunga et cinq dans le Bilala. Seules deux espèces sont communes aux deux cours d'eau: *Lymnaea natalensis* et *Biomphalaria pfeifferi*.

Le Bilala est largement dominé par les Pulmonés (4 espèces sur 5), alors que le Virunga partage équitablement ses 5 espèces entre Prosobranches, Pulmonés et Bivalves.

### Efficacité des quadrats de 25 x 25 cm

Les résultats obtenus (Tableau 4) montrent que le rendement du quadrat de 25 x 25 cm est de 74 % en moyenne pour les 4 premières espèces. Comme on

pouvait s'y attendre, les espèces de grande taille ou de teinte claire (contrastant par rapport aux feuilles mortes de teinte sombre) sont récoltées plus efficacement que le petit *Tomichia*, de même teinte et de même taille que les graviers sur lesquels il vit.

De même, on peut s'attendre qu'au sein de chaque espèce, ce soient surtout des petits individus qui échappent au tri, car ils sont à la fois les moins visibles (petits et non pigmentés, translucides) et les plus fragiles (ils peuvent être endommagés au tamisage).

### Densité et répartition des mollusques

#### DANS LE VIRUNGA

##### Densité

Les densités des mollusques du Virunga sont présentées dans la deuxième partie du tableau 5. Elles varient sensiblement d'une station à l'autre et d'une période à l'autre: le minimum (moins de 70 individus/m<sup>2</sup>) est observé en première période dans la station 1, qui n'abrite qu'une seule espèce, et le maximum (plus de 250 individus/m<sup>2</sup>) en seconde période dans la station 4. Ces chiffres montrent à quel point les stations considérées sont différentes l'une de l'autre, alors qu'elles sont distantes de quelques centaines de mètres à peine.

La station 1 est directement alimentée

Tableau 5. – Caractéristiques écologiques, nombres de relevés et densités des populations de mollusques dans les stations du Virunga.

Station Période**	1*		2*		3		4		5		6	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Profondeur (cm)	15	11	15	18	13	14	19	18	15	18	12	10
Vitesse (m/sec.)	0,01	0,01	0,11	0,08	0,20	0,15	0,19	0,15	0,18	0,24	0,37	0,32
Température (°C)	23,4	21,6	19,0	18,5	19,3	19,2	20,2	19,1	19,2	18,7	19,2	18,3
Nature du fond dominant accessoire	vase –		vase sable		sable vase		vase gravier		vase sable		gravier cailloux	
Végétation aquatique vivante	++		–		+		+++		+++		+	
morte	+		+++		++		++		++		+	
Couverture végétale (%)	0		89		30		0		4		75	
Longueur de la station (m)	240		305		430		310		260		155	
Nombre de relevés (N)	90	110	189	231	90	110	135	165	135	165	189	231
	Nombre d'individus/m <sup>2</sup>											
<i>Tomichia kivuensis</i>	0	0	0	0	0,8	0	1,0	0	0,8	0	56,3	114,3
<i>Potadoma ignobilis</i>	0	0	103,5	132,7	94,4	133,3	39,2	147,3	97,1	110,3	66,6	80,0
<i>Lymnaea natalensis</i>	67,0	107,7	0	0,2	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	0	0	0	0	0	0	63,5	56,1	42,7	0,8	0,3	0
<i>Pisidium casertanum</i>	0	0,1	33,7	32,6	46,5	16,7	66,7	52,1	32,1	30,0	2,5	5,1
Total des mollusques	67	108	137	166	142	150	170	256	173	142	126	199

(\*) Le marais Lushala d'environ 560 m de longueur sépare les stations 1 et 2; ce biotope d'accès difficile n'a pas été échantillonné.

(\*\*) Période A = de juin 1982 à mars 1983; période B = de mars 1984 à janvier 1985.

par la source du Virunga et influencée par des phénomènes volcaniques: ceci explique ses très basses teneurs en oxygène et en sulfate (Wollast, comm. pers.); c'est vraisemblablement à ce déséquilibre des substances dissoutes que l'on peut imputer la pauvreté de la flore et de la faune dans cette station. En effet, malgré l'éclaircissement intense dont elle bénéficie, la

végétation, dominée par les algues unicellulaires benthiques, n'est pas très riche.

La station 4 se caractérise par l'abondance et la diversité de nourriture disponible pour les mollusques. Elle est riche en matières végétales mortes d'origines endogène et exogène et, n'étant pas ou peu ombragée par la végétation, elle

contient une abondante végétation aquatique vivante.

Cette station se caractérise en outre par un courant lent, autre facteur favorable aux mollusques et particulièrement aux Pulmonés.

Si l'on considère l'ensemble du peuplement, les différences de densité entre les périodes d'étude sont moins importantes que ses variations spatiales, mais elles sont localement très fortes pour certaines populations (voir ci-dessous).

#### Répartition

*Tomichia kivuensis* se rencontre surtout sur le fond graveleux et caillouteux résultant du courant de force moyenne qui caractérise la station 6, sans toutefois y atteindre une densité très élevée: près de 60 individus/m<sup>2</sup> en première période et plus de 110 en seconde période; rappelons à ce propos que cette espèce est très nettement sous-échantillonnée.

*Potadoma ignobilis* est l'espèce la plus constante du Virunga. A l'exception de la station 1, elle est présente partout. Sa densité varie peu d'une station à l'autre, et elle augmente partout en seconde période d'étude, en particulier dans la station 4.

*Lymnaea natalensis* est présent uniquement dans la station 1. Celle-ci offre un éclairage intense, un courant très lent et des sédiments très fins mais aussi des caractéristiques chimiques inhabituelles (voir ci-dessus).

*Biomphalaria pfeifferi* n'occupe que les stations 4 et 5. En première période d'étude, ces deux stations avaient des caractéristiques similaires et abritaient des populations de *B. pfeifferi* à peu près identiques. Mais à la fin de 1983, l'implantation de la bananeraie sur la rive gauche de la station 5, probablement par l'intermédiaire de l'ombrage, fit chuter la population de

*B. pfeifferi* de 43 à 1 individu par mètre carré. Cette espèce n'occupe donc qu'une part du Virunga. Son habitat semble caractérisé par deux facteurs indépendants: un courant lent et l'absence de galerie forestière (= forte luminosité), qui favorisent le développement d'une végétation aquatique abondante.

- *Pisidium casertanum* est une espèce assez constante dans le Virunga. Bien qu'elle soit absente de la station 1, c'est une espèce inféodée aux fonds vaseux et aux courants lents comme la plupart des petits Bivalves de ce genre. La plantation de bananiers n'a pas affecté sa densité dans la station 5.

#### DANS LE BILALA

##### Densité

Les densités des mollusques du Bilala figurent dans la deuxième partie du tableau 6. De nouveau on observe une grande disparité entre les stations: la densité minimale (moins de 10 individus/m<sup>2</sup>) se rencontre en première période dans la station 5, et la densité maximale (150 individus/m<sup>2</sup>) en seconde période dans la station 4, tout a fait dominée par *B. pfeifferi*.

Ici aussi, l'abondance et la diversité de la nourriture, liées à la couverture végétale et donc l'ombrage du ruisseau, peuvent être évoquées pour expliquer dans une certaine mesure les variations des densités observées. Toutefois, la perturbation majeure (mise à sec) qui est intervenue entre nos deux périodes d'étude, masque en partie les influences de la végétation.

##### Répartition

*Pila ovata* est l'espèce la plus constante du Bilala: elle est présente partout en faible densité mais avec une



Tableau 6. – Caractéristiques écologiques, nombres de relevés et densités des populations de mollusques dans les stations du Bilala.

Station Période*	1		2		3		4		A	B
	A	B	A	B	A	B	A	B		
Profondeur (cm)	25	28	23	22	23	22	20	19	15	14
Vitesse (m/sec.)	0,20	0,15	0,15	0,09	0,17	0,18	0,14	0,15	0,37	0,37
Température (°C)	25,8	26,4	25,4	25,7	25,8	26,1	26,0	26,4	25,4	25,7
Nature du fond dominant accessoire	sable -		vase sable		sable vase		sable vase		gravier sable	
Végétation aquatique vivante	++						++			
morte	+						+			
Couverture végétale (%)	0		76		6		3		51	
Longueur de la station (m)	530		400		310		340		540	
Nombre de relevés (N)	50	60	75	90	135	90	50	60	105	126
	Nombre d'individus/m <sup>2</sup>									
<i>Pila ovata</i>	0,9	3,2	26,6	4,6	17,4	1,6	17,9	0	8,0	14,0
<i>Lymnaea natalensis</i>	73,2	8,2	1,2	0	13,3	2,3	14,0	6,1	0,2	0,1
<i>Biomphalaria pfeifferi</i>	28,4	79,7	2,3	0	63,4	67,9	38,0	145,6	0,2	0,1
<i>Bulinus truncatus</i>	0,6	5,3	54,1	8,5	17,7	1,2	5,4	0,2	0	0
<i>Bulinus forskali</i>	3,5	0	0	0	0,7	0	2,5	0	0	0
Total des mollusques	107	96	84	13	113	73	78	152	8	14

(\*) Période A = de juin 1982 à mars 1983; période B = de mars 1984 à janvier 1985.

biomasse élevée, vu sa grande taille. Sa densité a été affectée de diverses manières après la mise à sec: elle a nettement diminué dans les trois stations où elle était initialement la plus élevée et a augmenté dans les stations 1 et 5 où elle était initialement la plus basse.

*Lymnaea natalensis* est bien représenté en première période dans la station 1 où sa densité dépasse 70 individus/m<sup>2</sup>. Dans tous les stations, sa densité a fortement diminué à la suite de la mise à sec du drain.

– *Biomphalaria pfeifferi* occupe, en position dominante, les mêmes stations que *L. natalensis*. Celles-ci se

caractérisent par un courant lent, une luminosité élevée (couverture arborée faible ou nulle) et une végétation aquatique abondante et riche en macrophytes et algues unicellulaires (phytobenthos et périphyton); c'est ce que nous désignerons sous l'appellation "biotope à *Biomphalaria*". La mise à sec du Bilala semble avoir favorisé *B. pfeifferi*, en particulier dans la station 1 (où sa densité est passée de 28 à 80 individus/m<sup>2</sup>) et dans la station 4 (où elle est passée de 38 à 146 individus/m<sup>2</sup>).

– *Bulinus truncatus* est abondant dans la station 2, riche en feuilles mortes; celles-ci sont produites par la couverture arborée et s'accumulent faute

d'un courant suffisant pour les emporter. Sa densité a été fortement affectée par la mise à sec du drain, surtout dans les stations 2 et 3, où elle était initialement la plus élevée.

*Bulinus forskali* a uniquement été récolté en première période et n'a jamais été abondant; c'est une espèce qui vit probablement dans les cultures de riz inondé bordant le Bilala et qui peut occasionnellement envahir le drain.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Les quelques études quantitatives consacrées aux mollusques aquatiques de petits cours d'eau africains ont été réalisées par unité de temps de récolte (Olivier & Schneiderman, 1956; Lietar, 1956; Hairston *et al.* 1958; Parent, 1963, 1965, 1966). Il n'est par conséquent pas possible de les comparer à nos résultats, obtenus par la technique des quadrats.

La richesse spécifique des sites d'étude est faible: on ne compte que cinq espèces dans chacun des cours d'eau. Etant donné que le Bilala est un cours d'eau artificiel, on pouvait s'attendre à ce qu'il présente une grande homogénéité, une faible diversité d'habitats et qu'il abrite par conséquent moins d'espèces que le Virunga. En fait, il a été creusé il y a 25 ans et son homogénéité initiale s'est atténuée au cours du temps. Remarquons cependant que si la richesse spécifique est identique dans les deux cours d'eau, le peuplement est quand même plus homogène dans le Bilala puisque quatre des cinq espèces sont des pulmonés alors que le Virunga abrite deux pulmonés, deux prosobranches et un bivalve. Insistons à ce sujet sur l'hétérogénéité des peuplements en mollusques des différentes stations, distantes de quelques centaines de mètres à peine au sein d'un même cours d'eau.

En fait, la faible richesse spécifique

semble être une situation générale des petits cours d'eau africains; le plus grand nombre d'espèces de mollusques rencontrés étant de 7 dans un ruisseau du Transvaal (Appleton, 1974). Les causes de cette relative pauvreté sont probablement liées d'une part au courant - la plupart des Gastéropodes d'eau douce sont mal adaptés à résister aux courants rapides (aux courants de crue) - et d'autre part à la faible diversité des niches alimentaires de ces animaux.

Si cette dernière hypothèse se vérifiait, la compétition interspécifique pourrait jouer un rôle important dans la structuration des peuplements et pourrait être exploitée à des fins de lutte biologique. On peut noter à ce sujet que les répartitions spatiales de *Lymnaea natalensis* et de *Biomphalaria pfeifferi* sont totalement distinctes dans le Virunga, alors que dans le Bilala ces deux espèces coexistent. Nous pouvons avancer à titre d'hypothèse que la compétition est plus vive entre les deux espèces dans le Virunga. En effet, ce ruisseau offre probablement une production primaire plus faible que le Bilala étant donné sa température nettement plus fraîche. Comme d'autre part il a un caractère plus permanent, cette compétition peut aboutir à une exclusion et à la ségrégation de *Lymnaea* et de *Biomphalaria*.

Remarquons qu'une caractérisation très sommaire des facteurs des stations nous permet déjà de reconnaître un "biotope à *Biomphalaria*", qui devra être mieux défini par la suite.

C'est ainsi que nous pouvons avancer une première suggestion pour contrôler les populations de *B. pfeifferi*. Afin de défavoriser cette espèce, qui semble clairement dépendre d'une luminosité intense et d'une végétation aquatique dense, nous suggérons la plantation de galeries forestières, même étroites, le long des petits cours d'eau à courant lent. Le choix des essences ligneuses à favoriser devrait se porter sur des espèces hygrophiles sempervirentes et dont le feuillage inter-

cepte un pourcentage très élevé de l'éclaircissement. Jackson (1965) avait fait la même recommandation sur une base plus théorique.

Une première confirmation de l'efficacité d'une telle mesure nous a été fournie fortuitement par la plantation sur la rive gauche de la station 5 d'une bananeraie, dont la conséquence fut la quasi-disparition des *Biomphalaria*.

Le bois étant une matière qui deviendra de plus en plus précieuse pour les communautés africaines, ces galeries forestières pourraient constituer un capital qu'il conviendra de gérer "en bon père de famille", afin d'en tirer le meilleur bénéfice. Il faudra toutefois garder à l'esprit qu'une couverture végétale dense semble favoriser *Bulinus truncatus* qui peut servir d'hôte intermédiaire à *Schistosoma haematobium*. Dans les régions où *B. truncatus* risque de poser des problèmes, les galeries pourraient être avantageusement formées de bananiers. En effet, ces derniers ne produisent pas, comme les autres arbres, de manière assez régulière et en abondance, les feuilles mortes qui servent de nourriture à *B. truncatus*.

Remarquons aussi que la mise à sec du Bilala pendant trois mois nous apporte une information importante: certaines espèces peuvent être favorisées ou défavorisées suivant la station (c'est le cas de *Pila ovata*) alors que d'autres espèces, comme *Lymnaea natalensis* semblent être plus régulièrement défavorisées et que d'autres encore (comme *B. pfeifferi*) semblent en être largement bénéficiaires. Ceci nous incite à la prudence et nous amène à déconseiller la mise à sec temporaire des milieux humides pour lutter contre des mollusques indésirables.

## REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier le Dr. D.S. Brown qui a identifié l'espèce *Bulinus truncatus*, le Prof. R. Wollast et ses collaborateurs M. Loijens, J-C. Toussaint, D.

Mertens, A. Adriana et E. Stainier, qui ont analysé nos échantillons d'eau, ainsi que B. Wabo et I. Ekofo qui les ont prélevés.

## RÉFÉRENCES

- Anonyme. Rapports médicaux de Kiliba, 1979, 1980, 1981, 1982 et 1983.
- Appleton, C.C. 1974. The population fluctuations of five freshwater snails species in the East Transvaal Lowveld, and their relationship to known bilharzia transmission patterns. *South Afr. J. Sci.* 70: 145-151.
- Baluku, B. & Loreau, M. 1989. Etude comparative de la dynamique des populations de *Biomphalaria pfeifferi* (Gastropoda, Planorbidae) dans deux cours d'eau du Zaïre oriental. *Revue Zool. afr. - J. Afr. Zool.* 103: 311-326.
- Hairston, N.G., Hubendick, B., Watson, J.M. & Olivier, L.M. 1958. An evaluation of techniques used in estimating snail populations. *Bull. O.M.S.* 19: 661-672.
- Jackson, J.H. 1965. Bilharziasis. An approach to the control of an endemic disease with particular reference to Natal and Zululand. *Stb. Afr. med. J.* 39: 152-158.
- Kuiper, J.G.J. 1966. Les espèces africaines du genre *Pisidium*, leurs synonymes et leur distribution (Mollusca, Lamellibranchiata, Sphaeriidae). *Annls Mus. r. Afr. cent.* 151: 1-78.
- Lietar, J. 1956. Biologie et écologie des mollusques vecteurs de bilharziose à Jadotville. *Annls Soc. belge Méd. trop.* 36: 921-1035.
- Loreau, M. and Baluku, B. 1987a. Growth and demography of populations of *Biomphalaria pfeifferi* (Gastropoda, Planorbidae) in the laboratory. *J. Moll. Stud.* 53: 171-177.
- . 1987b. Population dynamics of the freshwater snail *Biomphalaria pfeifferi* in Eastern Zaïre. *J. Moll. Stud.* 53: 249-265.
- Meybeck, M. 1979. Concentrations des eaux fluviales en éléments majeurs et apports en solution aux océans. *Rev. Géol. dyn. Géogr. phys.* 21: 215-246.
- Olivier, L. and Schneiderman, M. 1956. A method for estimating the density of aquatic snail populations. *Exp. Parasit.* 5: 109-117.
- Parent, M. 1963. Quelques considérations sur la biologie des Mollusques de Jadotville (Katanga). *Bull. Soc. Path. exotique*, 56: 189-196.
- . 1965. Quelques considérations sur les variations mensuelles du nombre de Mollusques dans les rivières. *Publ. Univ. officielle Congo, Elisabethville*,

9: 43-60.

. 1966. Considérations sur le comportement des Mollusques dans les gîtes autres que les rivières (drain, ruisseau). *Publ. Univ. officielle Congo, Elisabethville*, 9: 77-88.

Southwood, T.R.E. 1978. *Ecological Methods* (2nd ed.) Holsted Press, London.

(Manuscrit reçu le 9 février 1988, revu le 11 juillet 1988, accepté le 15 août 1988).