

DYNAMIQUE DES POPULATIONS DE *BELLAMYA CAPILLATA*,
LYMNAEA NATALENSIS, *BIOMPHALARIA PFEIFFERI* ET
BULINUS GLOBOSUS (MOLLUSQUES) DANS LE LAC
DE RETENUE DE LA LUBUMBASHI (SHABA, ZAÏRE)

Dynamic population studies of *Bellamyia capillata*, *Lymnaea natalensis*, *Biomphalaria pfeifferi* and *Bulinus globosus* (Molluscs) in the Lubumbashi reservoir (Shaba, Zaïre)

F. MALAISSE*, J. WAGENDORP** & W. WILLEMS***

ABSTRACT

Briefly having resumed the state of present knowledge concerning the limnology of the Lubumbashi reservoir, the authors note the aquatic Mollusc species that were observed. Taking their frequency into account, four species were selected for dynamic population studies, these are : *Bellamyia capillata*, *Lymnaea natalensis*, *Biomphalaria pfeifferi* and *Bulinus globosus*. The five biotopes which were chosen for this study are described and the results discussed. Also measured was the percentage of parasitism by Schistosomes. This last aspect gives precious indications on the most contaminated beds and on the measures to be taken for molluscicide treatment.

RESUME

Après avoir brièvement rappelé l'état des connaissances de la limnologie du lac de retenue de la Lubumbashi, les auteurs signalent les espèces de Mollusques aquatiques qui y ont été observées. Quatre espèces, compte tenu de leur fréquence, ont été retenues pour des études de dynamique de leur population, à savoir : *Bellamyia capillata*, *Lymnaea natalensis*, *Biomphalaria pfeifferi* et *Bulinus globosus*. Cinq biotopes ont été choisis pour cette étude, ils sont

* Laboratoire de Botanique et d'Ecologie, Université de Lubumbashi, B.P. 3429, Lubumbashi, Zaïre.

** Goodstreet 18, Triomf, 2093 Johannesburg, R.S.A.

*** Geologisch Instituut, Laboratorium voor Paleontologie, Krijgslaan, 271, 9000 Gent, Belgium.

décrits. La dynamique des populations de Mollusque diffère avec les espèces considérées, ces résultats sont discutés. Le pourcentage de parasitisme par les Schistosomes a également été mesuré; il fournit des indications précieuses sur les emplacements les plus contaminés et les directives d'un traitement molluscicide.

INTRODUCTION

Les Mollusques d'eau douce ont fait l'objet de nombreuses études en Afrique tropicale, notamment en ce qui concerne leur écologie (BERRIE, 1969; BITAKARAMIRE, 1968; LEVEQUE, 1967; PRETORIUS et al., 1975; SCHIFF, 1960, 1964 a, 1964 b; SCHILLHORN, VAN VEEN & USMAN, 1979; VAN SOMEREN, 1946 et VASSILIADES, 1978) et la dynamique de leurs populations (MALEK, 1962; MANDAHN-BARTH et al., 1974 et SHIFF, 1964 c). Plusieurs travaux visent encore à situer leur rôle dans la transmission des bilharzioses (APPLETON, 1974; CLARKE, 1963; CLARKE et al., 1961; CRIDLAND, 1957; DAZO et al., 1966; GAUD, 1958; GORDON et al., 1934; HIRA, 1974, LEVEQUE, 1971, 1972, 1973, 1975; LEVEQUE & GABORIT, 1972; Mc CULLOUGH, 1962; MAGENDANTZ, 1972; SHIFF, 1974 et WEBBE, 1962).

Au Shaba méridional, les conditions écologiques des milieux lacustre et lotique ont été esquissées respectivement par DAMAS et al. (1959), DE KIMPE (1964), FRESON (1969, 1972) et MALAISSE (1969 a, 1969 b, 1976), tandis que SYMOENS (1968) détaille la minéralisation de leurs eaux. Plusieurs articles dressent l'inventaire des Mollusques aquatiques du Shaba (PILSBRY & BEQUAERT, 1927; SCHWETZ & DARTEVELLE, 1948; MANDAHN-BARTH, 1968; MANDAHN-BARTH et al., 1972) dont la biologie et la dynamique ont été suivies par PARENT & LIETAER (1955), LIETAER (1956), PARENT (1963, 1966 a, 1966 b), MALAISSE & RIPERT (1977) et LEBLANC & MALAISSE (1978).

La présente note prolonge ces études pour le lac de retenue de la Lubumbashi, principal espace bleu de la seconde ville du Zaïre et chef-lieu de la Région du Shaba, Lubumbashi. Après avoir dressé la liste des Mollusques présents dans le lac et distingué les principales phytocénoses, la dynamique des populations des quatre principales espèces est suivie et discutée.

LE MILIEU

Situation

La ville de Lubumbashi (ex Elisabethville) est située à 11°40' de latitude Sud et 27°28' de longitude Est. L'altitude moyenne est de

l'ordre de 1225 m. La ville est traversée du N.N.W. au S.S.E. par la rivière Lubumbashi, qui lui donna, en 1967, son nouveau nom. En 1965, un lac de retenue fut créé au nord-ouest de la ville, légèrement en aval de la confluence avec le ruisseau Lubwe. Le lac de retenue de la Lubumbashi, jadis appelé "Lac nord" ou "Lac municipal du golf" possède une superficie de 40 ha, sa profondeur maximale est de 4,58 mètres, son volume de l'ordre de $1,8.10^6 \text{ m}^3$ (FRESON, 1972).

Macroclimat

Le macroclimat de la région de Lubumbashi est caractérisé par une saison des pluies (novembre à mars), une saison sèche (mai à septembre) et deux mois de transition. Les précipitations annuelles sont de l'ordre de 1270 mm, mais on observe de grandes différences d'une année à l'autre (716 à 1768 mm). Les pluies se répartissent en moyenne sur 118 jours. Une moitié des averses journalières sont inférieures à 5 mm, mais elles représentent moins de 10 % du montant total des précipitations; les pluies journalières supérieures à 50 mm représentent par contre 24 % de ce total, avec une fréquence de 4,3 jours.

La température moyenne est de l'ordre de 20° C. La température est la plus basse au début de la saison sèche, de mi-mai à mi-juillet. Des minimums absolus de 0° C sont très rares, mais s'observent certaines années. Octobre, parfois novembre, est le mois le plus chaud, avec un maximum journalier de 31-33° C. L'amplitude thermique journalière est faible en saison des pluies et importante en saison sèche. L'humidité de l'air dépend des précipitations; elle est minimale en octobre et maximale en février. Enfin, le rayonnement global annuel est de $16,8 \times 10^9 \text{ kcal/ha}$, dont 61 % pour le rayonnement direct.

En conclusion, le macroclimat est un climat tropical du type Cw de Koppen, avec une saison sèche d'une durée moyenne de 186 jours et des précipitations moyennes de 1270 mm (MALAISSE, 1979).

Limnologie

FRESON (1969) considère que les variations saisonnières de la température des eaux du Lac de retenue de la Lubumbashi permettent de scinder le cycle thermique en trois phases distinctes, à savoir : une phase de réchauffement des eaux débutant avec la saison sèche chaude et s'achevant au moment où les pluies deviennent abondantes (novembre), une phase de "constance thermique" couvrant la totalité de la saison des pluies, et une phase de refroidissement des eaux coïncidant avec la saison sèche

froide. Durant cette période, l'écart thermique entre les différentes couches d'eau tend à disparaître et le lac évolue vers une homogénéisation thermique totale.

La conductance spécifique à 20° C varie de 128 à 309 $\mu\text{mho.cm}^{-1}$, l'alcalinité de 1,4 à 3,7 $\text{m}\text{eq.l}^{-1}$, le pH de 7,1 à 8,2, la saturation en oxygène dissous de 55,4 à 116,4 % avec une moyenne de 91,3 %. Les eaux sont du type carbonatées calcico-magnésiennes (FRESON, 1972; SYMOENS, 1968).

FRESON (1972) a observé 72 espèces pour le phytoplancton; les diatomosées représentent 43 %, les chlorophytes 31,9 % et les cyanophytes 9,7 %. MALAISSE (1974) a figuré leur variation saisonnière. Enfin la productivité primaire par unité de surface varie au cours de l'année entre 44 et 644 $\text{mg O}_2.\text{m}^{-2}.\text{h}^{-1}$, avec une production primaire journalière moyenne de 686 $\text{mg O}_2.\text{m}^{-2}.\text{j}^{-1}$, soit 37,1 t C.an^{-1} (FRESON, 1972).

Principaux biotopes

Si l'on excepte l'ancien lit de la rivière et le fond vaseux du lac, les principaux habitats qui subsistent sont réalisés par les berges. Ces dernières présentent des aspects variés que nous avons regroupés en cinq

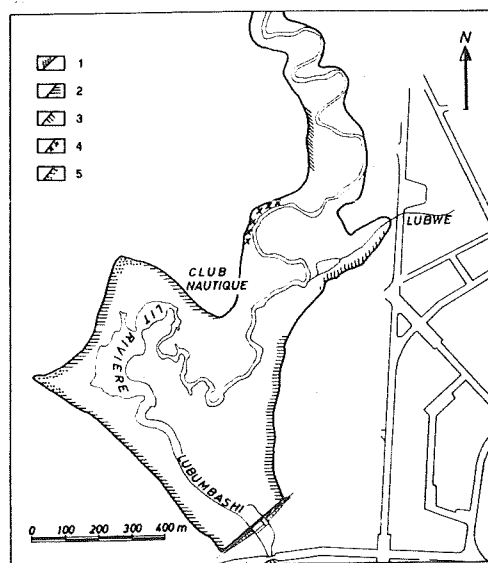


Fig. 1 : Le lac de retenue de la Lubumbashi. Cinq biotopes ont été reconnus. 1 : Prairie à *Cyperus dives* dominant; 2 : Prairie lâche sur fond de terre et pierrailles; 3 : Fond de béton recouvert par une prairie à *Cyperus dives* et une vase épaisse; 4 : Prairie à *Leersia hexandra*; 5 : Berge et fond de béton dépourvus de végétation phanérogamique.

biotopes fondamentaux (Fig. 1). Trois d'entre eux sont remarquables par l'importance de leur végétation phanérogamique, tandis que les deux autres biotopes, à végétation très peu dynamique, présentent des conditions différentes par la nature de leur substrat et la vitesse du courant. Les cinq biotopes, dont les extensions respectives sont précisées à la figure 1, sont les suivants :

1. C'est un cordon étroit dominé par *Cyperus dives* avec, deci, delà, quelques peuplements envahissants de *Typha australis*. Localement sont encore présents *Centella asiatica*, *Melanthera scandens*, *Ipomoea cairica* et des petits tapis flottants constitués par *Azolla pinnata* et *Riccia fluitans*. Le courant y est faible, de 6 à 9 m par minute selon les saisons. La transparence s'abaisse à 40 cm en saison des pluies.
2. Situé au pied de berges anciennes construites en terre, avec un fond de pierrailles, ce biotope à courant négligeable à nul est caractérisé par la pauvreté relative de la végétation phanérogamique qui réalise un peuplement très lâche à base de plantes diverses (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Polygonum*, etc ...).
3. Ce biotope est constitué par une berge en béton, qui descend profondément sous l'eau et retient les terres de la pépinière de l'Etat. Le courant y est rapide (12 à 18 m par minute) en toutes saisons, la transparence varie de 70 à 150 cm selon les saisons. *Cyperus dives* envahit le fond vaseux qui recouvre la dalle en béton.
4. C'est une prairie fixée flottante à submergée à *Leersia hexandra*. Le courant y est faible, le fond fréquemment vaseux.
5. Ce biotope est constitué par une berge en béton de construction récente et est caractérisé par l'absence de végétation phanérogamique.

MATERIEL ET METHODES

Le peuplement de Mollusques⁽¹⁾

Dix espèces de Mollusques aquatiques (nomenclature selon MANDAHL-BARTH, 1968) ont été observées dans le lac de retenue de la Lubumbashi, à savoir : *Bellamya capillata aethiops*, *Lobogenes michaelis*, *Lymnaea*

(1) La collection de référence est déposée au Laboratoire de Botanique et d'Ecologie (LSHI) de l'Université de Lubumbashi.

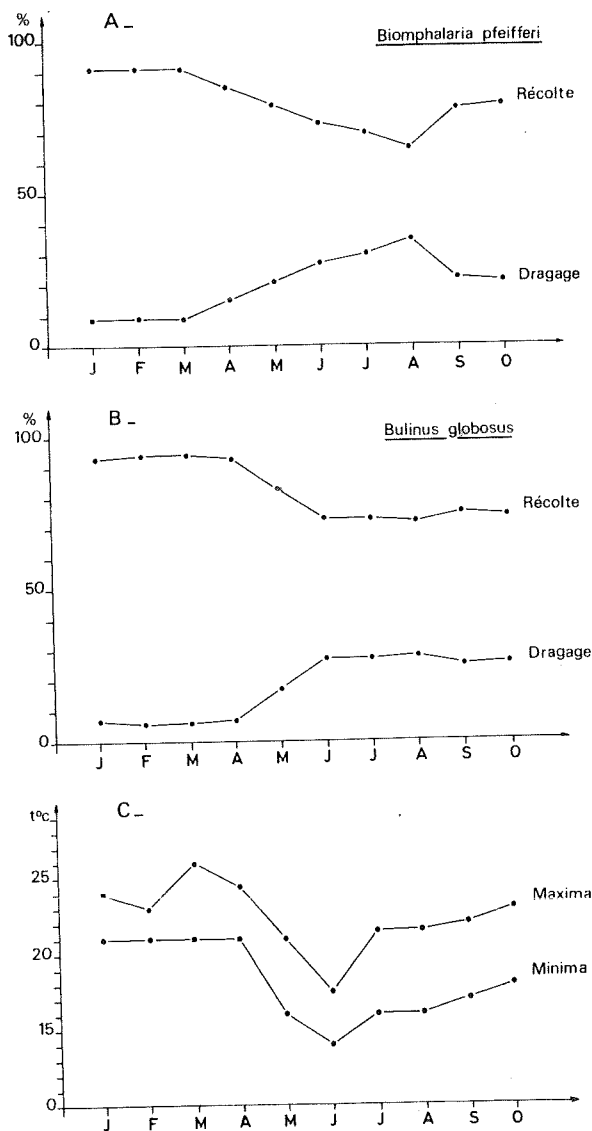


Fig. 2 : Rendements respectifs de la récolte directe et du dragage pour *Biomphalaria* (A) et *Bulinus* (B). Le graphique inférieur (C) indique l'amplitude de la variation mensuelle de la température au Lac de la Lubumbashi en 1971.

natalensis, *Biomphalaria pfeifferi*, *Gyraulus costulatus*, *Bulinus* (*Physopsis*) *globosus*, *Ferrissia fontinalis*, *Caelatura kipopoensis*, *Aspatharia* (*Spathopsis*) *wahlbergi* et *Etheria elliptica*. Ces espèces occupent diverses niches écologiques. *Aspatharia*, *Caelatura* et *Etheria* se cantonnent sur les fonds vaseux profonds, ainsi qu'au centre du lit de la Lubwe. *Bellamya* est également une espèce qui se déplace sur les fonds, mais en eau peu profonde, à proximité des berges. Par contre *Lymnaea*, *Biomphalaria* et *Bulinus* s'observent préférentiellement sur les supports végétaux. Enfin, *Ferrissia*, *Gyraulus* et *Lobogenes* sont rares. Par contre quatre Mollusques sont relativement fréquents et ont été retenus pour des études relatives à leur dynamique : *Bellamya*, *Lymnaea*, *Biomphalaria* et *Bulinus*. Les deux dernières espèces sont des vecteurs possible de bilharziose.

Techniques d'échantillonnage

La récolte des Mollusques a été réalisée à l'aide de deux techniques, à savoir le ramassage direct de tous les Mollusques présents sur les supports végétaux d'une part, et le dragage du fond à l'aide d'une ramassette en treillis. La récolte directe donne, tout au long de l'année, un rendement supérieur au dragage (Fig. 2). Les placeaux des récoltes, toujours situés le long des berges, possèdent une longueur de 40 mètres. En conséquence, on peut considérer que l'effort de capture a porté sur une surface approximative de 40 m². Le pourcentage respectif de chaque espèce a été établi chaque mois (janvier-juin et septembre-octobre 1971) pour chaque biotope. En outre, la taille (intervalles de classe de 1 mm) a été mesurée mensuellement à l'aide d'un pied à coulisse pour l'ensemble du matériel de chaque espèce récoltée dans les divers biotopes. Après mensuration, les Mollusques sont remis dans l'eau aux biotopes respectifs, à l'exception d'un petit lot prélevé pour l'établissement du taux de parasitisme. La présence ou l'absence de parasites est aisément mise en évidence en laissant séjourner le Mollusque dans un tube rempli d'eau distillée pendant quelques minutes.

RESULTATS

Importance relative des quatre espèces dans les cinq biotopes

Le peuplement en Mollusques aquatiques a été suivi mensuellement pour les cinq biotopes. L'importance relative des quatre espèces étudiées est représentée à la figure 3. L'examen des cinq graphiques permet de dégager deux observations principales, à savoir :

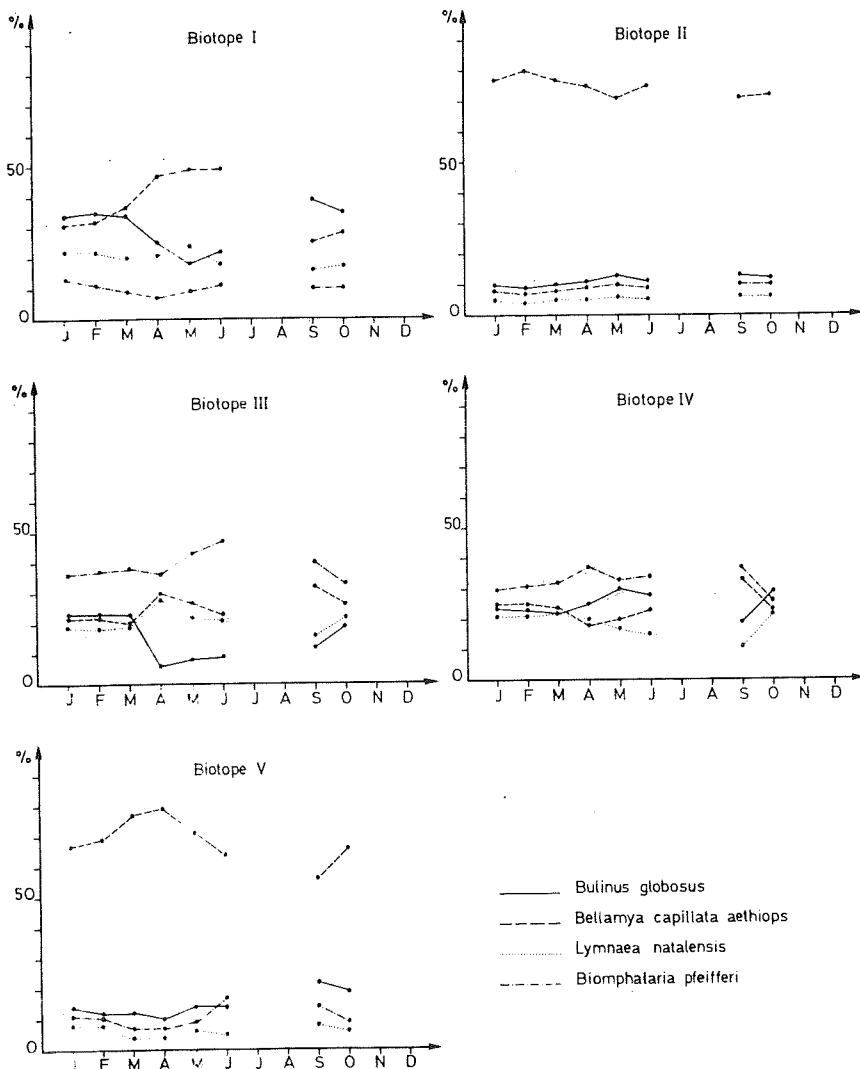


Fig. 3 : Importance relative de 4 espèces de Mollusques dans cinq biotopes du Lac de la Lubumbashi (janvier-juin et septembre-octobre 1971).

- Le peuplement en Mollusques varie selon les biotopes. Les biotopes 2 et 5 ont en commun la dominance nette d'une espèce, *Bellamya*; celle-ci constitue, en toutes saisons, plus de 50 % de la population. Ces deux biotopes correspondent à des sites peu colonisés par la végétation, ce qui favorise le développement de *Bellamya*. Les trois autres biotopes montrent un peuplement diversifié, plus équilibré.

- Dans les biotopes herbacés l'importance relative des espèces peut varier rapidement; on peut y assister à des remplacements rapides d'une espèce par une autre. Ces variations sont sous la double dépendance de

la multiplication in situ des espèces et des déplacements locaux à partir d'emplacements situés à proximité (rôle notamment du ruisseau Lubwe pour la rive gauche du lac).

Dynamique des populations de *Bellamya*, *Lymnaea*, *Biomphalaria* et *Bulinus*

La figure 4 résume les résultats obtenus en ce qui concerne les variations mensuelles de la taille des quatre espèces étudiées. L'effectif de l'échantillon est précisé pour chaque série de mensurations. On a distingué, pour chaque espèce, une dimension pivot permettant de scinder la population en jeune (absence d'accouplement) et adultes. Nos résultats montrent que la reproduction peut se situer, dans l'ensemble, tout au long de l'année; chaque espèce possédant toutefois sa phénologie propre.

Taux de parasitisme

Le taux de parasitisme a été établi mensuellement pour *Biomphalaria* et *Bulinus* dans les cinq biotopes lacustres, ainsi que pour le ruisseau Lubwe. Les valeurs moyennes annuelles s'établissent comme suit :

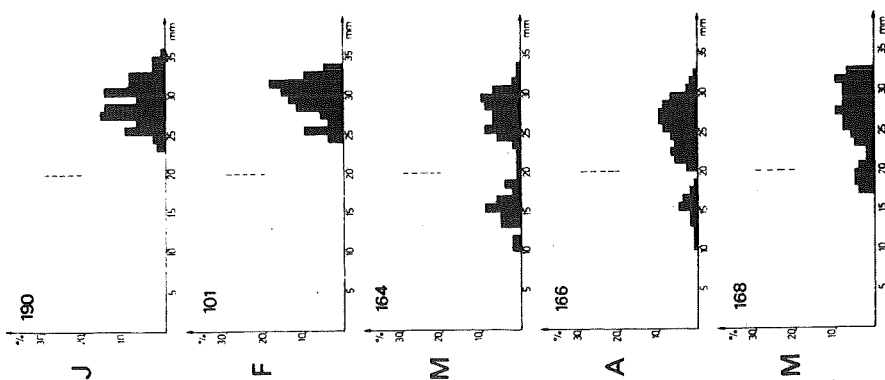
biotope 1 : 21 %	biotope 4 : 6 %
biotope 2 : 0 %	biotope 5 : 1 %
biotope 3 : 4 %	Lubwe : 25 %

Les valeurs du ruisseau Lubwe montrent une fortes saisonnalité, le taux est compris entre 35 et 42 % en saison des pluies, il s'abaisse entre 3 et 17 % pendant la saison sèche froide. Le taux de parasitisme montre une corrélation positive avec l'importance de la végétation.

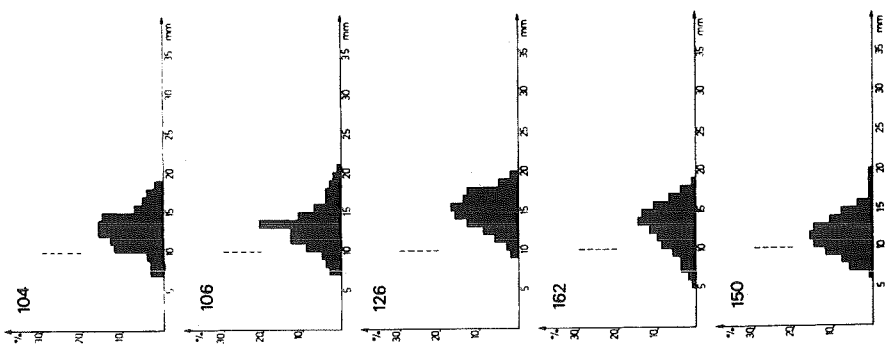
DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Les mollusques aquatiques étudiés montrent dans le lac de la Lubumbashi des variations verticales journalières de leur distribution. Ces variations sont principalement sous le contrôle de la température. Lorsque celle-ci s'abaisse sous 18° C, les populations ont tendance à descendre le long de leur support et à s'enfoncer dans la vase. Par contre, au-dessus de 18° C, elles se déplacent vers le haut et se maintiennent à proximité de la surface. Elles ne quittent exceptionnellement le milieu aquatique que lorsque la température de surface dépasse 28° C. De tels déplacements ont déjà été signalés par SHIFF (1964 b, c) ainsi que par MALAISSE et RIPERT (1977). Ils résultent de l'existence d'une température optimale pour la croissance du Mollusque considéré. De telles valeurs ont été établies pour certaines espèces, notamment par

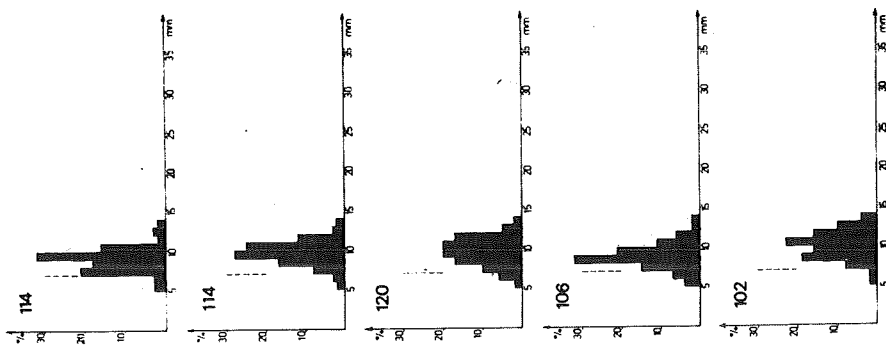
Bellamyia capillata aethiops



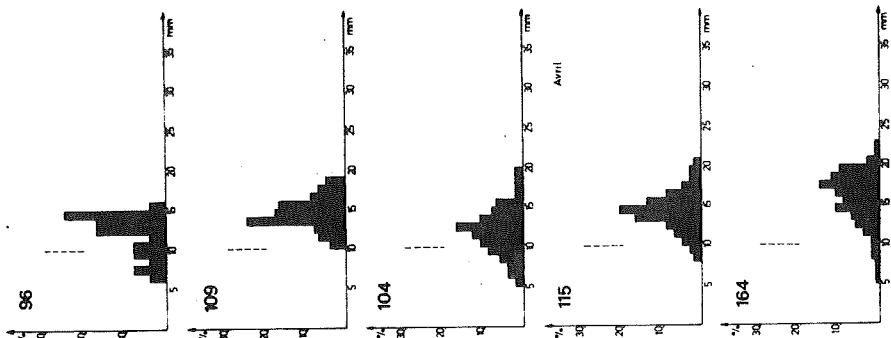
Lymnaea natalensis



Biomphalaria pfeifferi



Bulinus globosus



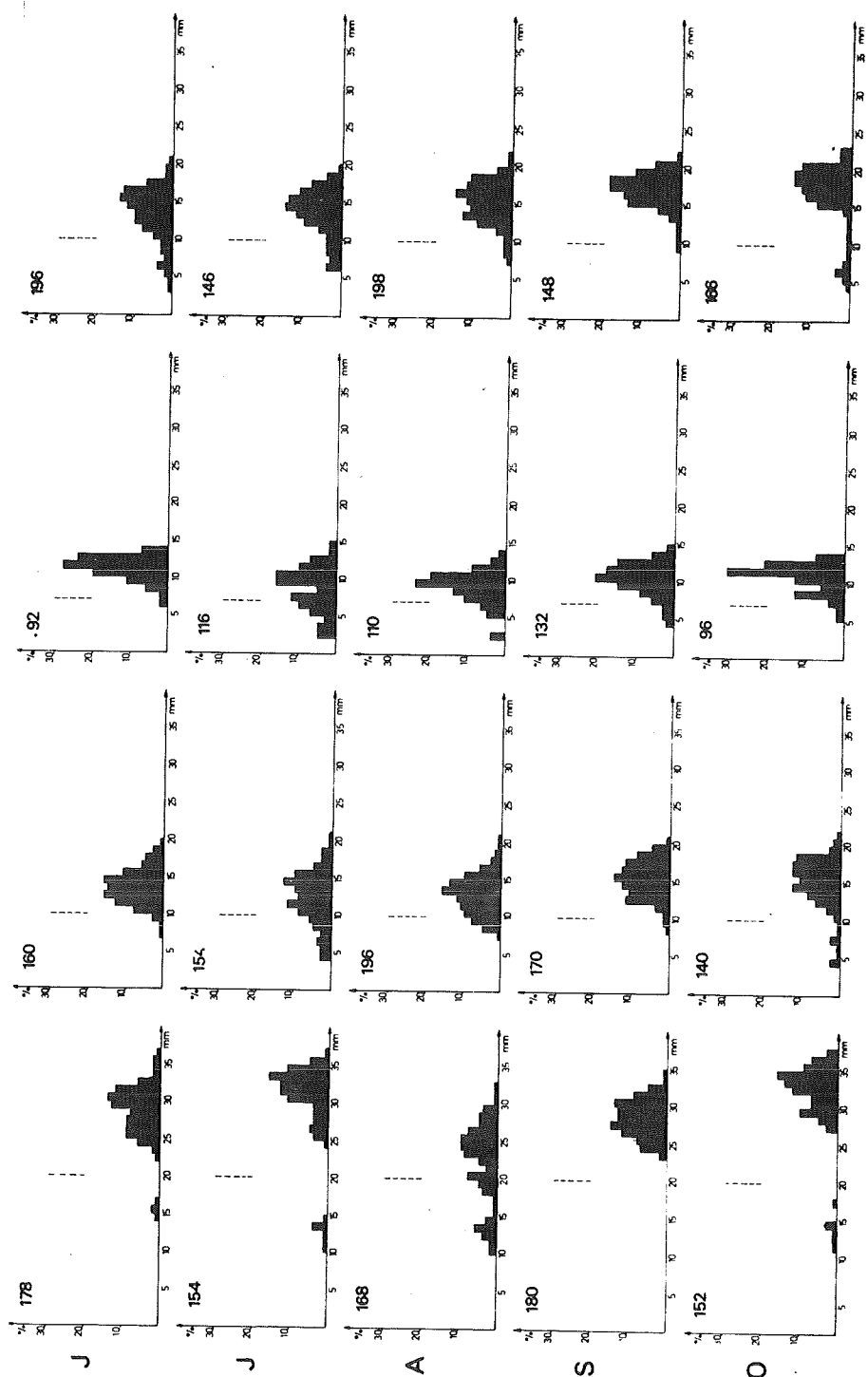


Fig. 4 : Variations mensuelles de la taille pour quatre espèces de Mollusques aquatiques au Lac de la Lubumbashi en 1971.

SHIFF et HUSTING (1966) et se situent aux environs de 25° C pour deux des espèces étudiées. La technique d'échantillonnage qui combine le dragage et le ramassage direct permet d'obtenir des résultats globaux significatifs, bien que le rendement de chaque méthode varie sensiblement au cours de l'année, comme l'indique la figure 2. Les différents biotopes montrent l'existence de phénologies différentes pour les diverses espèces. DAMAS (1960) avait déjà signalé, à propos du lac de la Lufira, qu'au point de vue écologique, il y a parfois de grandes différences entre des eaux séparées par quelques dizaines de centimètres seulement. MALAISSE et RIPERT (1977) avaient montré qu'un même Mollusque peut montrer des dynamiques de population différentes pour deux biotopes voisins. Notre étude confirme ces observations antérieures. Elle renforce le principe selon lequel une étude écologique approfondie constitue un préalable à toute intervention visant à modifier les populations de Mollusques ou à les éliminer. L'étude fournit encore des informations utiles pour une lutte anti-bilharzienne qui s'impose dans cet espace bleu de récréation où de nombreuses familles se livrent à divers sports nautiques (LEBLANC et MALAISSE, 1978). Les biotopes 1, 3 et 4, tous situés dans la partie amont du lac, constituent des sites d'infestation préférentiels, la rivière Lubwe fonctionnant comme un réservoir permanent pour les réinfestations. Outre le faucardage des berges qui est fortement à recommander, il conviendrait d'effectuer tous les six mois un traitement molluscicide. Celui-ci devrait être réalisé en absence de pluies, par temps chaud; il pourrait être limité aux abords des berges situées dans la moitié amont du lac. Sans un traitement associé et énergique de la rivière Lubwe, cette action serait toutefois vaine, les niches écologiques devenues vacantes étant rapidement envahies.

BIBLIOGRAPHIE

- APPLETON, C.C., 1974. The population fluctuations of five fresh-water snail species in the Eastern Transvaal Lowveld and their relationship to known bilharzia transmission patterns. *S. Afr. J. Sci.*, 70 (5), 145-160.
- BERRIE, A.D., 1969. Factors affecting growth and reproduction of fresh-water Planorbidae in East Africa. *Malacologia*, 9, 35-36.
- BITAKARAMIRE, P.K., 1968. The survival of *Lymnaea natalensis* in drought conditions. *Bull. epizoot. Dis. Afr.*, 16, 473-475.
- CRIDLAND, C.C., 1957. Ecological factors affecting the number of snails in temporary bodies of water. *N. trop. Med. and Hyg.*, 6, 287-293.

- CLARKE, V. de V., 1963. The control of schistosomiasis by the application of molluscicides to natural watersheds in Southern Rhodesia. *Abstr. Pap. 7th int. Congr. trop. Med.*, Rio de Janeiro, 11.
- CLARKE, V. de V., SHIFF, C.J. & BLAIR, D.M., 1961. The control of snail hosts of bilharziasis and fasciolasis in Southern Rhodesia. *Bull. Org. mond. Santé*, 25, 549.
- DAMAS, H., MAGIS, N. & NASSOGNE, A., 1959. Contribution à l'étude hydrobiologique des lacs de Mwadingusha, Koni et Nzilo. *Publ. F.U.L.R.E.A.C.*, Liège, 46, 1-49.
- DAZO, B.C., NELSON, G., HAIRSTON, N.G. & DAWOOD, I.K., 1966. The ecology of *Bulinus truncatus* and *Biomphalaria alexandrina* and its implications for the control of bilharziasis in the Egypt-49 project area. *Bull. Org. mond. Santé*, 35, 339-356.
- DE KIMPE, P., 1964. Contribution à l'étude hydrobiologique du Luapula-Moëro. *Ann. Mus. roy. Afr. centr.*, Tervuren, 128, 238 p.
- FRESON, R., 1969. Note sur l'alternance de stratification et d'homothermie en début de saison sèche au lac Moëro et au lac de barrage sur la rivière Lubumbashi (Haut-Katanga, R.D. Congo). *Publ. Univ. off. Congo, Lubumbashi*, 19, 93-95.
- FRESON, R., 1972. Aspect sur la limnochimie et la production primaire au lac de la Lubumbashi. *Verh. internat. Verein. Limnol.*, 18, 661-665.
- GAUD, J., 1958. Rythmes biologiques des mollusques vecteurs des bilharzioses : facteurs saisonniers et climatiques influençant le cycles de reproduction de *Bulinus truncatus* et *Planorbium mitidjensis* en Afrique du Nord. *Bull. Org. mond. Santé*, 18, 751-769.
- GORDON, R.M., DAVEY, T.H. & PEASTON, H., 1934. The transmission of human bilharziasis in Sierra Leone, with an account of the life-cycle of the schistosomes concerned, *S. Mansoni* and *S. haematobium*. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 28, 323.
- HIRA, P.R., 1974. *Schistosoma haematobium* in Lusaka, Zambia. *Trop. and Geograph. Med.*, 26 (2), 160-169.
- LEBLANC, M. & MALAISSE, F., 1978. *Lubumbashi, un écosystème urbain tropical*. Univ. nat. Zaïre, Lubumbashi, 166 p.
- LEVEQUE, C., 1967. Biologie de *Bulinus forskali* dans les mares temporaires de la région de Fort-Lamy. *Publ. Centre O.R.S.T.O.M.*, Fort-Lamy, 10 p.
- LEVEQUE, C., 1971. Equation de von Bertalanffy et croissance des mollusques benthiques du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 5, 263-283.
- LEVEQUE, C., 1972. Mollusques benthiques du Lac Tchad : écologie, étude des peuplements et estimations des biomasses. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 6, 3-45.

- LEVEQUE, C., 1973. Dynamique des peuplements. Biologie et estimation de la production des mollusques benthiques du Lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 6, 47-66.
- LEVEQUE, C., 1975. Mollusques des herbiers à *Ceratophyllum* du Lac Tchad : biomasses et variations saisonnières de la densité. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 9, 25-31.
- LEVEQUE, C. & GABORIT, M., 1972. Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances pour l'étude des peuplements en mollusques benthiques du Lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 6, 47-66.
- LIETAER, J., 1956. Biologie et écologie des mollusques vecteurs de Bilharziose à Jadotville. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 36, 921-1035.
- Mc CULLOUGH, F.S., 1962. Further observations on *Bulinus* (*Bulinus*) *truncatus rohlfsi* (Clessin) in Ghana : Seasonal population fluctuations on biology. *Bull. Org. mond. Santé*, 27, 161-170.
- MAGENDANTZ, M., 1972. The biology of *Biomphalaria choanomphala* and *B. sudanica* in relation to their role in the transmission of *Schistosoma mansoni* in Lake Victoria at Mwanza, Tanzania. *Bull. Org. mond. Santé*, 47, 331-342.
- MALAISSSE, F., 1969.a. Ecologie et aménagement piscicole d'un cours d'eau tropical : la Luanza (Haut-Katanga, Rép. dém. Congo). *C.R. Reg. Meet. afr. Hydrobiol.*, Kampala, 121-128.
- MALAISSSE F., 1969 b. Les faciès d'un cours d'eau tropical : la Luanza (Haut-Katanga, Rép. dém. Congo). *Verh. int. Ver. th. Limnologie*, 17, 936-940.
- MALAISSSE, F., 1974. Phenology of the zambezian woodland area, with emphasis on the miombo ecosystem. In : H. Lieth (Ed) : *Phenology and seasonality modeling*. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, Ecological Studies, 8, 269-286.
- MALAISSSE, F., 1976. Ecologie de la rivière Luanza. In : J.J. Symoens (Ed) : *Exploration hydrobiologique du Bassin du lac Bangweolo et du Luapula*, vol. XVII, fasc. 2, 151 p.
- MALAISSSE, F., 1979. L'écosystème miombo. In : *Ecosystèmes forestiers tropicaux, un rapport sur l'état des connaissances préparé par l'U.N.E.S.C.O., le P.N.U.D. et la F.A.O.*, Unesco, Paris, Recherches sur les ressources naturelles, XIV, 641-659.
- MALAISSSE, F. & RIPERT, C., 1977. Dynamique des populations de *Biomphalaria pfeifferi*, *Biomphalaria suadanica-rugosa*, *Bulinus globosus* et *Bulinus forskalii* (Planorbidae, Mollusques) dans la région du Lac de retenue de la Lufira (Shaba, Zaïre). *Geo-Eco-Trop*, 1 (3) 189-208.
- MANDAHL-BARTH, G., 1968. Mollusques d'eau douce. In : J.J. Symoens (Ed) : *Exploration hydrobiologique du bassin du Lac Bangweolo et du Luapula*, vol. XII, 97 p.

- MANDAHL-BARTH, G., MALAISSE, F. & RIPERT, C., 1972. Etudes malacologiques dans la région du Lac de retenue de la Lufira (Katanga). Distribution et écologie des mollusques aquatiques. Rôle épidémiologique des vecteurs de bilharzioses intestinale et urinaire. *Bull. Soc. Path. exot.*, 65, 146-165.
- Organisation mondiale de la Santé (Genève), 1967. *Lutte contre les mollusques et prévention de la bilharziose*. Série de monographies, 50, 282 p.
- PARENT, M., 1963. Quelques considérations sur la biologie des mollusques de Jadotville. *Bull. Soc. Path. exot.*, 56, 189-197.
- PARENT, M., 1966 a. Quelques considérations sur les variations mensuelles du nombre de mollusques dans les rivières. *Publ. Univ. off. Congo*, Elisabethville, 9, 43-59.
- PARENT, M., 1966 b. Considérations sur le comportement des mollusques dans des gîtes autres que des rivières (drain, ruisseau). *Publ. Univ. off. Congo*, Elisabethville, 9, 77-88.
- PARENT, M. & LIETAER, J., 1955. Contribution à l'étude de la biologie des mollusques à Jadotville. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 35, 59-69.
- PILSBRY, H. & BEQUAERT, J., 1927. The aquatic Mollusks of the Belgian Congo. *Bull. Amer. Mus. nat. Hist.*, 53, 69-602.
- PRETORIUS, S.J., JENNINGS, A.C., COERTZE, D.J. & VAN EEDEN, J.A., 1975. Aspects of the fresh-water Mollusca of the Pongola River flood plain pans. *South Afr. J. Sc.*, 71, 208-212.
- SHIFF, C.J., 1960. Observations on the capability of fresh-water vector-snails to survive dry conditions. *J. trop. Med. Hyg.*, 63, 89
- SHIFF, C.J., 1964 a. Studies on *Bulinus* (Physopsis) *globosus* in Rhodesia. I. The influence of temperature on the intrinsic rate of natural increase. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 58, 94-105.
- SHIFF, C.J., 1964 b. Studies on *Bulinus* (Physopsis) *globosus* in Rhodesia. II. Factors influencing the relationship between age and growth. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 58, 106-115.
- SHIFF, C.J., 1964 c. Studies on *Bulinus* (Physopsis) *globosus* in Rhodesia. III. Bionomics of a natural population existing in a temporary habitat. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 58, 240-255.
- SHIFF, C.J., 1974. Seasonal factors influencing the location of *Bulinus* (Physopsis) *globosus* by miracidia of *Schistosoma haematobium* in nature. *J. Parasit.*, 60, 578-583.
- SHIFF, C.J. & GARNETT, B., 1967. The influence of temperature on the intrinsic rate of natural increase of the fresh-water snail *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss) (Pulmonata : Planorbidae). *Arch. Hydrobiol.*, 62, 429-438.

- SHIFF, C.J. & HUSTING, E.L., 1966. An application of the concept of intrinsic rate of natural increase to studies on the ecology of fresh-water snails of the genera *Biomphalaria* and *Bulinus* (Physopsis) in Southern Africa. *Proc. Trans. Rhod. scient. Ass.*, 51, 2-8.
- SCHILLHORN VAN VEEN, T.W. & USMAN, S., 1979. The limited ability of *Lymnaea natalensis* to survive drought conditions. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 32 (3) 251-255.
- SCHWETZ, J. & DARTEVELLE, E., 1948. Sur la faune malacologique du lac Moëro. *Mém. Inst. roy. col. belge*, coll. in-8°, 14, 87 p.
- SYMOENS, J.J., 1968. La minéralisation des eaux naturelles. In : J.J. Symoens (Ed) : *Exploration hydrobiologique du bassin du lac Bangweolo et du Luapula*, vol. II, fasc. 1, 199 p.
- VAN SOMEREN, V.D., 1946. The habitats and tolerance ranges of *Lymnaea caillaudi*, the intermediate snail host of liverfluke in East Africa. *J. anim. Ecol.*, 15, 170.
- VASSILIADES, G., 1978. Capacité de résistance à la sécheresse de la limnée (*L. natalensis*) mollusque hôte intermédiaire de *Fasciola gigantica* au Sénégal. *Rev. Elev. Méd. vét. Pays trop.*, 31 (1) 57-62.
- WEBBE, G., 1962. The transmission of *Schistosoma haematobium* in an area of Lake Province, Tanganyika. *Bull. Org. mond. Santé*, 27, 59-85.