Principaux facteurs
régissant la densité des populations
de *Biomphalaria glabrata* (Say 1818),
Mollusque vecteur de la Schistosomose
en Guadeloupe (Antilles françaises) (1)

par J.-P. POINTIER *, B. SALVAT *, A. DELPLANQUE ** et Y. GOLVAN ***

* Laboratoire de Biologie marine et Malacologie,
Ecole Pratique des Hautes-Etudes, 55, rue Buffon, 75005 Paris.

** Laboratoire de Zoologie de l'I.N.R.A., Domaine Duclos, Petit-Bourg 97170 Guadeloupe.

*** Laboratoire de Parasitologie, Faculté de Médecine de St-Antoine,
27, rue de Chaligny, 75012 Paris.

Résumé.

Un cycle annuel d'étude a été entrepris dans 6 biotopes à *Biomphalaria glabrata*, Mollusque vecteur de la Schistosomose en Guadeloupe. Ces 6 biotopes comprennent une mare, une mangrove lacustre, une ravine, un étang d'altitude, un microbiotope (suintement dans la berge d'un canal) et un canal. L'évolution des différents paramètres caractérisant ces 6 types de milieu a permis de dégager les principaux facteurs qui régissent les populations de *B. glabrata*. Les facteurs climatiques ont un rôle essentiel en Grande-Terre et sont responsables d'un cycle annuel de développement bien marqué de toutes les communautés aquatiques. Les facteurs biotiques (prédation, compétition, parasitisme) sont importants dans toutes les catégories de milieux, aussi bien en Grande-Terre qu'en Guadeloupe proprement dite. Les facteurs anthropiques interviennent également dans tous les types de milieux et surtout au niveau des réseaux de canaux qui constituent les principaux foyers de Schistosomose humaine. Les facteurs chimiques, quant à eux, ont une moindre importance.

(1) Travail réalisé dans le cadre d'une action concertée de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique : Vecteurs, Lutte biologique, Convention 7270165 (Coordinateur : Pr Y. J. Golvan).

Reçu le 23 septembre 1976.

Summary.

Principal factors involved in the settlement of *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), snail intermediate host of schistosomiasis in Guadalupe.

Six biotopes of *Biomphalaria glabrata*, the snail intermediate host of schistosomiasis in Guadalupe, were investigated during one annual cycle. These six biotopes included a pond, a freshwater mangrove, a stream, a mountain lake, a "microhabitat" and a canal. These six types of biotopes were characterized by various parameters whose fluctuations reveal the main factors regulating the *B. glabrata* populations. The climatic factors are essential in Grande Terre and resulted in an annual development cycle well determined of all the aquatic communities. The biotic factors (Predation, competition, parasitism) are important in every type of biotope, in Grande Terre as well as in Guadalupe proper. In every type of biotope, anthropic factors are also important, but mainly in canal nets which are the principal focus of human schistosomiasis. The chemical factors themselves are less important.

Introduction

La faune malacologique des eaux douces guadeloupéennes a déjà fait l'objet d'études, tant systématiques (Pointier 1974, 1976) qu'écologiques (Lévêque, Pointier 1976; Pointier, Combes, 1976). Parmi les 21 espèces composant cette faune, *Biomphalaria glabrata* est le vecteur de la bilharziose intestinale à *Schistosoma mansoni* ainsi que d'une série de Trématodes dont certains ont une action stérilisante sur leur hôte et qui font l'objet de recherches visant à leur utilisation dans un contrôle biologique (Golvan, Combes, Nassi, 1975). La mise au point de techniques originales de lutte biologique contre les Mollusques suppose évidemment une connaissance approfondie de leur écologie et c'est dans ce cadre qu'a été entreprise la présente étude.

Biomphalaria glabrata est une espèce que l'on peut rencontrer dans des milieux dulçaquicoles très variés, et il convient de considérer son écologie sous un aspect spatial (étude de sa répartition) et temporel (étude des fluctuations de populations dans un biotope donné). Très ubiquiste, *B. glabrata* est capable de vivre dans presque tous les types d'eaux douces que l'on rencontre aux Antilles (Harry, Cumbie, 1956 a; Harry, Cumbie, Martinez de Jesus, 1957; Pimentel, White, 1959; Sturrock, 1975; Pointier, 1976). Cependant, certains facteurs peuvent limiter son développement comme l'absence ou l'excès de sels minéraux (Harry, Cumbie, 1956 a; Harry, Aldrich, 1958; Malgalhaes Neto, Gonçalves de Moraes, 1955; Malek, 1958), l'absence totale de végétation (Pimentel, White, 1959) ou la vitesse du courant (Harry, Cumbie, 1956 a; Luttermoser, Castellanos, 1945; Scorza, Silva, Gonzalès, Machado, 1961). L'existence d'importantes fluctuations numériques au sein de populations de planorbes a déjà été mise en évidence par différents auteurs dans divers biotopes antillais et sud-américains (Barbosa, Olivier, 1958; Ritchie, Radke, Ferguson, 1962; Sturrock, 1973 a et b). Les causes de ces fluctuations ne peuvent être établies que par une étude de la dynamique des différentes communautés ainsi que des facteurs climatiques et physico-chimiques.

En avril 1974, l'étude d'un cycle annuel fut entreprise dans un certain nombre de biotopes guadeloupéens qui avaient été définis et choisis en fonction des données déjà recueillies au cours des précédents travaux (Pointier, 1974-1976 ; Lévêque, Pointier, 1976 ; Pointier, Combes, 1976) et dans le cadre d'une concertation pluridisciplinaire intéressant les autres équipes (médicales, parasitologistes) œuvrant au sein du même programme. Des méthodes d'échantillonnage furent mises au point pour chacun des milieux en essayant de couvrir l'éventail le plus large possible d'organismes (Mollusques,

FIG. 1. — Carte de l'Archipel guadeloupéen et stations étudiées : 1) Mare de Céligny ; 2) Mangrove de Devarieux ; 3) Ravine des Coudes ; 4) Grand-Etang ; 5) Microbiotope de Grosse-Montagne ; 6) Canal d'Arnouville-La Retraite.

Ostracodes, certains Décapodes, Hirudinées, Insectes, etc...). Parallèlement à ce travail sur le terrain, les espèces les plus communes de tous ces groupes furent testées au laboratoire quant à leur éventuelle capacité de prédation vis-à-vis de *B. glabrata* (Pointier, Delplanque, 1976). Ces travaux ont été complétés par le relevé de données climatiques, physico-chimiques et botaniques.

Les milieux choisis pour l'étude d'un cycle annuel comprennent (fig. 1) :

1. — une mare (mare de Céligny) ;
2. — une mangrove lacustre (Mangrove de Devarieux) ;
3. — une ravine (Ravine des Coudes) ;
4. — un étang d'altitude (Grand-Etang) ;

5. — un microbiotope constitué par une fuite d'eau d'une canalisation à l'usine de Grosse-Montagne ;

6. — un canal (Canal d'Arnouville-La Retraite).

Dans ces 6 types de milieux, les prélèvements de la faune malacologique ainsi que les autres relevés ont été effectués à un rythme bi-mensuel.

I. Mare de Céligny

SITUATION : nord des Grands-Fonds (fig. 1).

SUPERFICIE MAXIMALE : 380 m².

PROFONDEUR MAXIMALE : 1,20 m.

ESPÈCES DE MOLLUSQUES : *Biomphalaria glabrata*, *Drepanotrema lucidum*, *Drepanotrema kermatoides*, *Physa marmorata*, *Eupera viridans*.

FAUNE ASSOCIÉE :

Hirudinées : *Helobdella punctatolineata*.

Ostracodes : *Chlamydotheca unispinosa*.

Cladocères.

Insectes : *Belostoma boscii*, *Hydrophilus insularis*, *Ranatra galantae*, Larves d'Odonates, Naucorés, etc...

Batraciens : *Bufo marinus*.

Fréquentation par des oiseaux (*Butorides virescens*) et par des rats (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*).

TREMATODES PARASITES DE B. GLABRATA : *Echinostoma* sp.

FLORE :

1. — zone à graminées : *Hymenachne amplexicaulis*, *Paspalum disticum*.

2. — zone à characées et Naiadacées : *Naias guadeloupensis*, *Chara* sp.

3. — zone à Nénuphars : *Nymphaea ampla*.

DONNÉES PHYSICOCHIMIQUES : Mesures régulières de la conductivité. Enregistrements thermographiques sur plusieurs nycthémères à différentes profondeurs et à différentes périodes de l'année.

MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE : Des prélèvements de 1/10 m² sont effectués tous les 2 m le long d'un transect traversant les différentes zones végétales d'un bord à l'autre de la mare. Les prélèvements sont réalisés à l'aide d'un cylindre en tôle qui est enfoncé dans le milieu : tous les organismes ainsi emprisonnés sont prélevés à l'aide d'une passoire fine ; le tri est effectué en laboratoire. Les Mollusques sont ensuite remis en place dans le milieu. Rythme des prélèvements : toutes les deux semaines.

DURÉE DE L'ÉTUDE : d'avril 1974 à avril 1975.

La mare de Céligny est typique d'une région de Grande-Terre qui s'appelle les Grands-Fonds. En 1974, son niveau baissa considérablement mais la mare ne s'assécha pas totalement et, à la fin du mois d'août, il ne restait qu'une flaque très envasée de quelques m². Au cours de la saison des pluies, la remise en eau s'effectua en deux mois environ (du début septembre à la fin octobre) et le niveau des eaux se stabilisa ensuite jusqu'en avril 1975 où il recommença à baisser (fig. 4, en haut).

Les prélèvements ont été effectués toutes les deux semaines à raison d'une dizaine d'échantillons représentant chacun 1/10 m². La distribution des organismes, et, en particulier, des Mollusques, n'est pas uniforme dans une mare et dépend essentiellement des microbiotopes que forme la végétation (Wright, 1956). Ainsi, dans la mare de Céligny, on peut distinguer 4 zones principales qui conditionnent la distribution des Mollusques (fig. 2) :

1. — une zone à plantes herbacées dominées par deux graminées : *Paspalum disticum* et *Hymenachne amplexicaulis* ;
2. — une zone à plantes aquatiques totalement immergées : *Chara* sp. et *Najas guadeloupensis* ;
3. — une zone à Nénuphars : *Nymphaea ampla* ;
4. — deux zones d'eau libre.

Le transect a été réalisé de manière à traverser les 4 grandes zones représentatives. Il ne nous échappe pas qu'un seul transect, qui représente une dizaine d'échantillons seulement, ne peut donner une idée précise de l'évolution quantitative globale des peuplements de la mare. Nous avons vu en effet, par l'étude de mares asséchées, que seul un quadrillage complet peut donner des renseignements quantitatifs valables (Pointier, Combes, 1976). Cependant, un tel quadrillage était impossible à réaliser dans le cas d'une mare en eau car, d'une part, cela aurait posé un problème de tri trop considérable et, d'autre part, cela aurait apporté une perturbation trop grande dans le milieu de surface réduite, même en prenant soin de remettre tous les organismes en place après les comptages et les mesures. C'est pourquoi, nous avons choisi de n'effectuer qu'un seul transect. Il est donc évident que les quantités absolues calculées pour la mare entière, à partir des densités d'organismes observées le long du transect, sont sujettes à une grande marge d'erreur. Cependant, dans le cadre de notre étude, ce qui nous importait avant tout était l'évolution des densités observées au cours de l'année, et ces densités sont comparables d'un prélèvement à l'autre avec une marge d'erreur restreinte puisque l'échantillonnage a toujours été réalisé au même endroit et de la même manière. Ainsi, si les quantités absolues qui sont présentées (fig. 3 et 4) sont forcément entachées d'erreurs, les fluctuations observées décrivent bien un phénomène réel. Il convient d'apporter cependant une certaine restriction due à un biais qui est introduit lorsque la surface de la mare diminue. Au cours de l'assèchement entre avril et août 1974, les prélèvements qui étaient effectués tous les 2 m ont donc vu leur nombre diminuer, et ceci est évidemment une cause d'erreur. Nous pensons cependant que cette erreur n'est sensible

FIG. 2. — Mare de Céligny. Topographie et carte de la végétation.

que pour la période du mois d'août pendant laquelle le biotope était particulièrement restreint.

Pour la faune malacologique, nous avons exprimé les résultats de deux manières : par m^2 (1) et en quantité absolue. L'évolution des densités relatives par m^2 nous montre que la densité de *B. glabrata* tend à augmenter fortement pendant la saison sèche (fig. 3).

(1) La profondeur d'eau intervient très peu en ce qui concerne la densité des Mollusques. C'est essentiellement la qualité et la quantité de végétation qui conditionnent leur répartition ainsi que de la plupart des organismes de la faune associée.

FIG. 3. — Mare de Céligny. Evolution des peuplements malacologiques au cours d'un cycle annuel. En haut, densités par m². En bas, quantités absolues.

Cette augmentation est évidemment due à une concentration des Mollusques par suite du rétrécissement de leur milieu. Il est cependant intéressant de noter que ce n'est pas le cas des autres Mollusques (*Drepanotrema lucidum*, *Physa marmorata* et *Eupera viridans*) dont la densité baisse brutalement à cette période (fig. 3). Il est probable que les très mauvaises conditions de milieu (dus principalement aux températures trop élevées) soient responsables de cette disparition des Mollusques les plus fragiles. On sait, en

effet, que *B. glabrata* est une espèce très résistante et il n'est pas étonnant que ce soit la seule qui résiste aux effets de l'assèchement (Pointier, Combes, 1976). Si, en revanche, on exprime les résultats en tenant compte de la surface totale de la mare, on s'aperçoit cette fois-ci que toute la faune macologique décline au cours de la saison sèche et que les nouvelles générations de Mollusques n'apparaissent qu'après la remise en eau de septembre. Ceci est particulièrement visible lorsqu'on examine l'évolution de l'ensemble des populations de pulmonés (fig. 4). *Eupera viridans*, quant à lui, se développe faible-

FIG. 4. — Mare de Céligny. Evolution des différents paramètres de la mare au cours d'un cycle annuel.

ment lors de la remise en eau puis tend à disparaître. Ses populations se reconstituent ensuite très rapidement en avril et mai, période qui voit, au contraire, le début du déclin des autres populations de Mollusques (fig. 3). Ce phénomène est dû probablement au mode de nutrition particulier de cette espèce. Il s'agit, en effet d'un bivalve, donc d'un filtreur, et qui sera favorisé par la présence de phytoplancton et de particules organiques en suspension. Or, ces particules sont particulièrement abondantes au cours de deux périodes de l'année, l'une correspondant au début du cycle de la mare après la remise en eau, et l'autre correspondant au début du déclin des communautés végétales et en particulier, des Characées au seuil de la saison sèche.

Le reste de la faune de la mare a également un cycle de développement bien marqué :

L'Ostracode le plus abondant, *Chlamydotheca unispinosa*, se met à pulluler en octobre, un mois après la remise en eau, puis ses populations déclinent très rapidement au printemps, pour rester à un niveau très bas au cours de l'été (fig. 4).

La faune entomologique considérée globalement apparaît relativement stable au cours de l'année avec, cependant, des densités maximales 2 mois après la remise en eau et un déclin marqué au plus fort de l'été. Parmi les nombreux Insectes qui ont pu être répertoriés dans la mare de Céligny, deux espèces se sont révélées d'actifs prédateurs de Mollusques dans les conditions du laboratoire (Pointier, Delplanque, 1976). Il s'agit de *Bellostoma boscii* et *Hydrophilus insularis*. Il est probable que d'autres éléments de la faune entomologique interviennent également dans la régulation des populations de Mollusques.

Le plus actif prédateur de planorbes reste cependant une petite sangsue : *Helobdella punctatolineata*, que l'on a trouvée en très grande abondance en novembre-décembre 1974. Le pic d'abondance de cette Hirudinée malacophage est décalé d'environ un mois par rapport à celui des Mollusques ce qui est la marque d'une population de prédateurs. D'autre part, cette période correspond à peu près à la durée du cycle de la sangsue qui a été réalisé au laboratoire. *Helobdella punctatolineata* est un féroce prédateur de Planorbes nouveau-nés et nous avons vu qu'une sangsue est capable de détruire plus de 60 *B. glabrata* par jour dans les conditions du laboratoire (Pointier, Delplanque, 1976). Un des principaux sites de reproduction des Planorbes est constitué par la partie antérieure des feuilles de Nénuphars et l'expérience suivante a pu être réalisée : nous avons compté le nombre de pontes de *B. glabrata* ainsi que le nombre de sangsues présentes sous 50 feuilles de Nénuphars. Nous avons trouvé une moyenne de 8 pontes (soit environ 470 œufs, chaque ponte comprenant en moyenne 59 œufs), ainsi que 1,8 sangsue par feuille de Nénuphar. L'éclosion des œufs qui ont été comptés au temps *t* est évidemment échelonnée au cours du temps, dépendant de leur degré de maturation. Si l'on considère que la durée moyenne de maturation des œufs dans les conditions de température présentes en décembre 1974 est d'environ 8 jours, chaque jour, une soixantaine de jeunes Mollusques peut éclore sous chaque feuille de nénuphar. Sachant que ceci correspond à la présence de presque deux sangsues, on comprend facilement qu'il ait été impossible de retrouver un seul jeune entre novembre 1974 et mars-avril 1975

(fig. 5). La population abondante de sangsues présentes entre novembre 1974 et janvier 1975 est donc un important régulateur des nouvelles générations de Mollusques. La présence d'un Trématode parasite de *B. glabrata* (*Echinostoma* sp.) est également un facteur qui peut intervenir bien qu'il soit difficile d'évaluer son impact exact sur le taux de ponte et la mortalité des Mollusques, les taux d'infestation par cet échinostome étant assez faibles (3 %).

FIG. 5. — Mare de Céligny. Evolution des classes de taille et courbe de croissance de *Biomphalaria glabrata*.

Si l'on considère la figure 5, qui présente l'évolution des classes de taille de *B. glabrata*, on s'aperçoit que les jeunes planorbes, en 1974, disparaissent des prélèvements vers le mois de juin. Cette disparition ne peut s'expliquer par la pression de prédation puisque toutes les populations d'organismes sont en déclin à cette période, seules les mauvaises conditions du milieu dues à l'assèchement de la mare peuvent expliquer ce phénomène. L'enregistrement des températures à plusieurs niveaux, sur plusieurs nycthémères et à différentes périodes de l'année, illustre bien l'influence de la saison sèche sur les peuplements. En effet, si les températures de l'eau de surface ne dépassent pas 33 °C en février, qui correspond à la saison fraîche, en juillet-août, elles peuvent atteindre 41 °C entre 14 et 16 h (fig. 6).

En conclusion, au cours d'un cycle annuel, une mare et les peuplements qu'elle contient sont essentiellement soumis aux facteurs climatiques et donc, en Guadeloupe, à l'existence d'une saison sèche entraînant un certain assèchement des mares de juin à août. Tous les peuplements malacologiques se reconstituent très rapidement 15 jours à un mois après le début de la remise en eau. Ce phénomène est illustré par l'évolution des classes de taille de *B. glabrata* (fig. 5). Les Mollusques adultes ayant résisté à la saison sèche (histogrammes noirs) ont donné naissance à de nouvelles générations (histogrammes blancs) puis ont disparu des prélèvements dès le 24-10-74 (les coquilles étaient faci-

FIG. 6. — Mare de Céligny. Enregistrements de température : 1) A 3 cm sous la surface de l'eau. 2) A 30 cm de profondeur.

lement distinguables à cause des incrustations prononcées qu'elles présentaient à leur surface). Les nouvelles générations ont une croissance rapide et atteignent leur taille maximale en 3 mois environ. La disparition des jeunes des prélèvements entre novembre et avril s'explique alors par la pression de prédation qu'exercent les populations d'Hirudinées, d'Insectes et autres organismes. Ensuite, une nouvelle poussée de jeunes (moins importante) peut être observée entre avril et juin qui est favorisée par le déclin des prédateurs. A partir de juin, et jusqu'en fin août, les conditions de milieu deviennent trop mauvaises pour permettre le cycle normal de développement des Mollusques. Une certaine proportion d'adultes meurt également pendant cette période ce qui se traduit par une diminution de la taille moyenne (les plus vieux étaient éliminés à ce moment-là) (fig. 5).

Les mares présentent donc un cycle annuel bien marqué mais il est évident que les phénomènes ne se reproduisent pas de façon strictement identique mensuellement d'une année sur l'autre. En effet, d'une part, les conditions climatiques ne sont jamais les mêmes chaque année et, d'autre part, une mare présente une évolution propre qui s'étale sur plusieurs années.

La plupart des mares de Grande-Terre sont artificielles : elles ont été creusées par l'homme afin de retenir l'eau pour les besoins domestiques et pour abreuver les animaux.

Après avoir été creusée ou recreusée pendant la saison sèche, la mare se remplit en septembre-octobre pour être alors colonisée par différents organismes. Les Insectes sont les premiers à apparaître avec les graminées sur les bords. Puis, au fil des mois et des années, la végétation envahit peu à peu la mare, favorisant l'apparition de Mollusques et autres organismes. Au bout de quelques années, la mare finit par se combler avec l'accumulation des végétaux et est alors recreusée. L'évolution des mares de Guadeloupe peut être très variable, car sous la dépendance de nombreux paramètres : superficie, profondeur, nature du substrat, situation, etc... ; et leur « durée de vie » entre deux recreusements peut aller de 5 à 15 ans et même plus.

La plus grande partie de ces mares héberge l'hôte intermédiaire de *Schistosoma mansoni* et si le parasite n'a pas été découvert jusqu'ici dans de tels milieux, à de très rares exceptions, ceux-ci constituent un très important réservoir du Mollusque vecteur.

II. La mangrove lacustre de Devarieux

SITUATION : ouest de la Grande-Terre près de Morne-à-l'Eau (fig. 1).

SUPERFICIE : environ 100 000 m².

PROFONDEUR MAXIMALE : jusqu'à 1 m d'eau localement.

ESPÈCES DE MOLLUSQUES : *Biomphalaria glabrata*, *Drepanotrema kermatoïdes*, *Drepanotrema cimex*, *Physa marmorata*, *Eupera viridans*, *Ampullaria glauca*.

FAUNE ASSOCIÉE :

Insectes : *Belostoma boscii*, *Hydrophylus insularis*.

Ostracodes : *Chlamydotheca unispinosa*.

Décapodes : *Macrobrachium faustinum* et *M. acanthurus* localement.

Poissons : *Tilapia mossambica*, *Lebistes reticulatus* localement.

Fréquentation par les oiseaux (*Butorides virescens*, *Tringa flavipes*), et les rats (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*).

TRÉMATODES PARASITES DE *B. GLABRATA* : *Ribeiroia marini*.

FLORE :

Couverture de graminées : *Paspalum disticum*, *Hymenachne amplexicaulis*.

Cultures de *Colocasia esculenta* et bois à *Pterocarpus officinalis*.

DONNÉES PHYSICOCHIMIQUES : Mesures régulières de conductivité.

MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE : Transect traversant tous les types de milieux. 3 échantillons de 1/10 m² dans chaque milieu.

Rythme des prélèvements : toutes les deux semaines.

DURÉE DE L'ÉTUDE : mai 1974 à mai 1975.

Cette station, située à l'est de Morne-à-l'Eau, comprend, en fait, 4 types de milieux fort différents (fig. 7).

1. — Une prairie parcourue par des rigoles de drainage qui ne contiennent de l'eau que pendant de très courtes périodes de l'année (environ 4 mois sur 12).
2. — Une mare permanente alimentée par une source qui correspond à un affleurement de la nappe phréatique en bordure des bois. Ce gîte est important, car il est le seul point d'eau permanent de la station malgré une baisse de niveau assez sensible en été.

FIG. 7. — Mangrove de Devarieux. Carte du site et milieux étudiés.

3. — Une zone de cultures de Madères (*Colocasia esculenta*) en lisière des bois.
4. — Les bois eux-mêmes caractéristiques avec une seule espèce d'arbre : *Pterocarpus officinalis*. Cette zone, ainsi que celle des cultures de Madères, est restée en eau de septembre 1974 à mars 1975, soit environ 6 mois.

1. — La prairie et les rigoles de drainage.

En septembre et octobre 1974, la prairie précédant les bois se gorge d'eau et, dans les rigoles de drainage, se développent des populations de Mollusques. Dans l'une d'entre-elles, les différents paramètres qui ont été suivis au cours de l'année montrent la brièveté de l'évolution des populations animales. La prairie n'est restée en eau que 4 mois environ au cours de l'année 1974-1975, cette période étant, par ailleurs, discontinue (fig. 8). La durée la plus longue de mise en eau s'étend de la mi-septembre jusqu'à la mi-

FIG. 8. — Mangrove de Devarieux. Evolution des différents paramètres dans la prairie précédant les bois.

octobre 1974, soit une période de 3 mois qui suffit à l'établissement des populations de Mollusques à partir des quelques survivants ayant passé la saison sèche au pied des touffes d'herbe. Au cours de l'été 1974, nous n'avions pu trouver de Mollusques survivants dans les prélèvements effectués dans la prairie (Pointier, Combes, 1976). Il est donc probable que leur densité, au moment de la remise en eau de septembre, ait été très faible. Malgré cela, ces rares survivants ont suffi au renouvellement rapide des populations (fig. 8). Dans les milieux temporaires de Guadeloupe, il suffit donc que l'eau soit présente durant 3 mois seulement au cours de l'année pour que le vecteur de la Schistosomose se maintienne. Les espèces à croissance plus rapide, comme *Physa marmorata* et *Drepanotrema kermatoïdes*, arrivent même à se développer pendant des périodes de remise en eau qui n'excèdent pas un mois à un mois 1/2 comme le montrent les poussées secondaires de populations qui ont été observées en février 1975 (fig. 8).

2. — La source permanente.

Cette source, qui est le seul point d'eau permanent de la station, comprend deux parties d'inégale importance, la source elle-même (partie nord), qui naît dans les champs de Madères, et la partie sud, de forme allongée, qui vient mourir dans la prairie (fig. 9). Cette dernière partie, de faibles dimensions (17-18 m de long sur 2 de large et 30 cm de profondeur), était, à partir d'octobre 1974, entièrement recouverte par une graminée, *Paspalum disticum*. Toutes les deux semaines, 3 prélèvements de 1/10 m² ont été effectués dans ce microbiotope afin d'évaluer différents paramètres comprenant la faune malacologique (*Biomphalaria glabrata*, *Drepanotrema kermatoïdes*) et la faune entomologique. Un indice d'abondance a également été évalué pour les graminées, et la conductivité a été mesurée régulièrement.

En mai 1974, la source avait été recréusée et ne comportait donc qu'une zone d'eau libre entourée d'un talus de terre (fig. 9). Les faunes malacologiques et ento-

mologiques étaient inexistantes et seuls des poissons (Tilapias, Guppies) ainsi que des Décapodes (*Macrobrachium faustinum*) peuplaient ces eaux. Les graminées commencèrent à envahir la source en septembre-octobre à la saison des pluies et les peuplements malacologiques s'installèrent (fig. 10). L'analyse des classes de taille de *B. glabrata* montre qu'une très forte population de jeunes apparaît en novembre 1974

FIG. 9. — Mangrove de Devarieux. Carte de la source en lisière des bois.

et évolue rapidement pour atteindre une taille maximale vers le mois de janvier (fig. 11). Des tests effectués au début de 1975 ont montré que cette population de planorbes était infestée par un trématode stérilisant (*Ribeiroia marini*) et ce phénomène peut expliquer l'absence de jeunes de la plupart des prélèvements qui ont été réalisés par la suite en 1975 (fig. 11).

3. — Les champs de Madères.

Ces champs de Madères (*Colocasia esculenta*) s'étendent de façon irrégulière le long des bois de *Pterocarpus officinalis* (fig. 7), et la zone de culture la plus dense est

FIG. 10. — Mangrove de Devarieux. Evolution des différents paramètres dans la source en lisière des bois.

située autour de la source, les *Colocasia* possédant de grands besoins en eau. La hauteur d'eau dans ces champs, ainsi que sous les arbres, est très irrégulière et dépend de conditions locales. Pour avoir une idée des fluctuations de la nappe phréatique, nous avons noté les variations de niveau d'eau à l'aide d'une échelle située à la lisière des bois au milieu de notre transect de prélèvements. Les fluctuations ainsi observées, ainsi que celles de la conductivité, apportent des informations complémentaires, les périodes de « hautes eaux » à la saison des pluies correspondant aux périodes où la conductivité est la plus faible, et réciproquement, au cours de l'assèchement, la conductivité (c'est-à-dire la charge en sels) tend à augmenter (fig. 12).

FIG. 11. — Mangrove de Devarieux. Evolution des classes de taille et croissance de *Biomphalaria glabrata* dans la source en lisière des bois.

FIG. 12. — Mangrove de Devarieux. Evolution des différents paramètres dans les champs de *Colocasia esculenta*.

FIG. 13. — Mangrove de Devarieux. Evolution des différents paramètres dans les bois à *Pterocarpus officinalis*.

La zone de cultures de *Colocasia* est restée inondée durant environ 6 mois, et plusieurs générations de *B. glabrata* se sont succédées au cours de cette période, comme le montrent les différents pics de populations qui ont été observées (fig. 12). Cette zone, ainsi que le sous-bois, constituent d'excellents milieux-refuges contre la sécheresse de l'été (Pointier, Combes 1976), et le repeuplement de ces biotopes par les Mollusques se fait rapidement. L'espèce dominante dans les cultures de *Colocasia* est *B. glabrata*, mais *Ampullaria glauca* est également un Mollusque typique de ce genre de milieu. L'évolution de ses populations n'a pu être représentée car cette grande espèce aurait nécessité une technique d'échantillonnage particulière. *Drepanotrema cimex* et *Eupera viridans* sont deux autres Mollusques que l'on rencontre couramment dans cette zone (fig. 12).

4. — Les bois à *Pterocarpus officinalis*.

Les bois à *Pterocarpus officinalis*, qui sont inondés environ 6 mois par an, constituent une formation très particulière qui fait suite à la mangrove marine typique, d'où l'utilisation de la dénomination « mangrove lacustre ». Le Mollusque dominant n'est plus *B. glabrata* mais *Drepanotrema cimex*, et ce planorbe a pu atteindre des densités de 200 par m² en novembre 1974 (fig. 13). Il est probable que l'année 1975 n'ait pas été une bonne année pour les populations malacologiques de la mangrove de Devarieux. En effet, la remise en eau de septembre 1974 a été brutale et a provoqué la formation de milieux très riches en fermentation qui, paradoxalement, ont décimé les Mollusques survivants de la saison précédente. Or, nous avons vu que les densités de ceux-ci étaient très importantes en juillet (jusqu'à 400 survivants/m² localement : Pointier, Combes 1976). Les conditions climatiques (essentiellement la pluviométrie) sont les facteurs qui conditionnent tous les peuplements animaux de ces zones à *Pterocarpus* et, certaines années favorables, on doit assister à de véritables pullulations de *Drepanotrema cimex* sous les bois et de *B. glabrata* au niveau des lisières.

Les mangroves en Guadeloupe représentent environ 5 % de la superficie totale. La partie dulçaquicole présente presque partout les mêmes successions qui ont été observées à Devarieux, c'est-à-dire une zone de prairies, inondées à la saison des pluies, une zone de cultures de *Colocasia* et les bois à *Pterocarpus*. Les sources, quant à elles, sont irrégulièrement réparties au niveau des cultures et sont particulièrement nombreuses au niveau du canal Belle-Plaine où certaines ont été transformées en cressonnières. La plupart des mangroves lacustres de Guadeloupe hébergent le vecteur de la Schistosomose, notamment à Sainte-Rose, Morne-Rouge, Belle-Plaine et Perrin. De tels milieux, par leur superficie, constituent un des réservoirs de Mollusques les plus importants de la Guadeloupe.

III. Ravine des Coudes

SITUATION : Entre Vieux-Bourg (canal des Rotours) et le Moule (fig. 1).

LONGUEUR ÉTUDIÉE : 700 m environ en aval de l'usine Blanchet.

PROFONDEUR MAXIMALE : jusqu'à 1 m d'eau localement.

ESPÈCES DE MOLLUSQUES : *Biomphalaria glabrata* (ainsi que quelques autres espèces beaucoup moins importantes du point de vue numérique comme *Ampullaria glauca*, *Physa marmorata*, *Lymnaea cubensis*, *Drepanotrema lucidum*, *Eupera viridans*.

FAUNE ASSOCIÉE :

Insectes : *Belostoma boscii*, *Hydrophilus insularis*.

Crustacés : *Macrobrachium faustum*, *M. acanthurus*, *Xiphocaris elongata*.

Poissons : *Tilapia mossambica*, *Lebistes reticulatus*.

TRÉMATODES PARASITES DE *B. GLABRATA* : *Ribeiroia marini*.

FRÉQUENTATION PAR LES OISEAUX : *Butorides virescens*.

ET PAR LES RATS (*Rattus rattus*, *R. norvegicus*).

FLORE : *Paspalum disticum* et *Hymenachne amplexicaulis* en bordure.

DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES : Températures minimales, conductivité.

Analyses chimiques complètes sur un cycle de deux mois, de février à avril 1975.

Enregistrements thermographiques sur quelques nycthémères pendant la saison sèche et la saison des pluies.

MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE : 6 stations le long de la Ravine.

Pour chaque station : 3 prélèvements de 1/10 m² à raison de 1 sur chaque bord et 1 au milieu de la Ravine. Rythme des prélèvements : toutes les deux semaines.

DURÉE DE L'ÉTUDE : de juillet 1974 à avril 1975.

La Ravine des Coudes traverse la Grande-Terre de la région du Moule au nord de Vieux-Bourg où elle se termine par le canal des Rotours. Son débit est très irrégulier au cours de l'année. A la saison des pluies, son cours est en général régulier et son débit abondant (fig. 14, le 10-15-1974). Toutefois, pendant cette période, elle peut subir de fortes crues qui lessivent complètement son lit (cela s'est produit le 3 octobre 1974). Par la suite, le niveau des eaux baisse et la Ravine tend à se transformer en une succession de petites mares (fig. 14). Au plus fort de la saison sèche, il ne reste que quelques flaques résiduelles s'échelonnant de façon irrégulière dans le lit de la Ravine (fig. 4-2). Différents paramètres ont été suivis au cours d'un cycle annuel en 6 stations échelonnées sur quelques centaines de mètres, en aval de l'usine Blanchet (fig. 14) ; 3 échantillons de 1/10 m² ont été prélevés à chaque station.

De très fortes densités de *B. glabrata* avaient pu être mises en évidence au cours de l'été 1974 et, en juillet-août, elle atteignirent des chiffres excessivement élevés par suite de concentrations locales dues à l'action conjuguée du courant et de l'assèchement (plus de 3 000 individus au m² en certains endroits : Pointier, Combes 1976).

Vers la mi-septembre, la remise en eau de la Ravine est terminée et les Mollusques adultes ayant résisté à l'assèchement sont de nouveau installés dans leur milieu. Le 3 octobre, de très fortes pluies lessivent totalement le lit du cours d'eau et aucun Mollusque n'est retrouvé dans les prélèvements effectués le 15 octobre (fig. 15). Une

FIG. 14. — Ravine des Coudes. Cartes de la section étudiée à 4 périodes de l'année. Numéros 1 à 6 : transects de prélèvements.

prospection tout le long de la Ravine permet néanmoins de retrouver de rares exemplaires. Le lessivage durant les crues est donc un facteur important de réduction des peuplements malacologiques. Par la suite, la densité des *B. glabrata* resta à un très faible niveau, seuls quelques Mollusques adultes étant retrouvés dans les prélèvements successifs (fig. 15-17). Cette absence quasi totale de générations de jeunes ne peut être expliquée par de mauvaises conditions de milieux :

— les températures ne sont pas excessives puisque nous sommes à l'époque la plus fraîche de l'année et, d'autre part, les enregistrements effectués à la saison sèche

FIG. 15. — Ravines des Coudes. Evolution des différents paramètres au cours d'un cycle annuel.

et à la saison des pluies montrent de faibles fluctuations nycthémérales (3 à 4 °C d'écart pendant la saison des pluies (fig. 16) ;

— les Mollusques disposent d'un abri et d'une nourriture suffisante car les bords envasés de la Ravine sont envahis par une végétation abondante de graminées (*Paspalum disticum* et *Hymenachne amplexicaulis*) qui constitue un milieu généralement très favorable aux Mollusques ;

— les caractéristiques physico-chimiques des eaux durant cette période ne peuvent inhiber ni la ponte ni le développement des jeunes Mollusques comme l'ont montré

des tests effectués au laboratoire à partir de planorbes adultes qui ont été élevées dans leur eau d'origine (et dont les caractéristiques sont indiquées dans le *tableau II*).

4 tests ont été effectués à l'aide d'eaux prélevées aux dates suivantes : 27 février, 13 mars, 25 mars et 8 avril 1975. Les élevages ont été pratiqués de la manière suivante : l'eau à tester est répartie dans 5 aquariums de 4 l contenant 5 planorbes adultes de taille sensiblement égale, récoltés dans la Ravine des Coudes. Une série de 5 témoins a été effectuée en parallèle en utilisant l'eau de la Grande-Rivière à Goyaves (voir les caractéristiques de cette eau, *tableau I*). Les mollusques ont été nourris avec de la laitue fraîche et

FIG. 16. — Ravine des Coudes. Enregistrements de température : 1) A 3 cm sous la surface de l'eau. 2) A 30 cm de profondeur.

la durée des tests est de 2 semaines. L'eau est ensuite changée avec la nouvelle eau à tester. Le taux moyen de ponte obtenu dans les eaux de la Ravine des Coudes au cours de cette période de deux mois est de 3,5 œufs par mollusque et par jour. Dans l'eau témoin (Grande-Rivière à Goyaves), le taux est notablement élevé : 15,2 œufs par mollusque et par jour. Par ailleurs, les jeunes obtenus à partir de ces pontes ont eu un développement parfaitement normal dans toutes ces eaux.

Malgré les conditions artificielles introduites par le laboratoire, on peut donc penser que les Mollusques présents dans la Ravine des Coudes ont un cycle de reproduction normal et que le repeuplement aurait dû s'effectuer au cours de la période étudiée.

Un facteur biotique peut expliquer l'absence des générations de jeunes Mollusques : *Macrobrachium faustinum*. Ce crustacé décapode a commencé à envahir les eaux de la Ravine en octobre 1974 et de très denses populations de jeunes crevettes (atteignant 30 individus/m² localement) ont pu être observées jusqu'à la fin du mois de mars 1975. L'action inhibitrice des formes larvaires de *M. faustinum* a pu être montrée au laboratoire (Pointier, Delplanque, 1976) et le déclin des populations de crevettes, puis leur disparition totale au début du mois d'avril 1975, coïncident

parfaitement avec les premières apparitions de jeunes Mollusques (fig. 15-17). Si les formes larvaires de *M. faustinum* constituent un facteur important de régulation des populations de Mollusques, il est probable que les populations de poissons (Tilapias,

TABLEAU I. — Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de la Grande-Rivière à Goyaves.

Eau Grande-Rivière à Goyaves	27-2-75	13-3-75	25-3-75	8-4-75
Résistivité ohm/cm à 20 °C	12 000	11 400	11 200	11 600
pH à 25 °C	7,3	7,3	6,9	6,9
Turbidité en gouttes de mastic	0	0	0	0
Titre alcalimétrique mg/l Ca Co ₃ ..	20	28	26	32
Dureté totale en degré français	2° 2	2° 8	3°	3°
Anhydride carbonique mg/l Ca Co ₃	2	2		7
Résidu sec à 105 °C	41	54	58	42
Silice mg/l Si O ₂	5	4	1	1
Calcium mg/l	7,2	4,0	8,1	6,4
Magnésium mg/l	0,97	4,3	1,9	3,4
Ammonium mg/l	0	0	0	0
Sodium mg/l	4,7	7,1	5,1	5,9
Potassium mg/l	0,4	0,4	0,3	0,4
Fer mg/l	0,24	0	0,25	0,20
Carbonates mg/l	0	0	0	0
Bicarbonates mg/l	27	34,2	31,8	39,1
Chlorures mg/l	15,6	18,4	14,2	12,7
Sulfates mg/l	0	2,3	0	0
Phosphates mg/l	0,61	0,16	0,1	0
Nitrites mg/l	0	0	0	0
Nitrates mg/l	1,2	0,2	0,4	1,2
Fluorures mg/l	0	0	0	0

Guppies) présentes à la même époque dans la Ravine ont également joué un certain rôle. Par ailleurs, l'absence quasi totale de toute faune entomologique est aussi l'indice d'une forte pression de prédation (fig. 15).

Vers la fin du mois d'avril 1975, l'usine Blanchet déversa dans la Ravine des Coudes de grosses quantités de mélasses provenant du traitement de la canne à sucre. Cette forte pollution organique détruisit tous les peuplements animaux sur plus d'un kilomètre en aval de l'usine.

TABLEAU II. — Caractéristiques physico-chimiques de l'eau de la Ravine des Coudes.

Eau Ravine des Coudes	27-2-75	13-3-75	25-3-75	8-4-75
Résistivité ohm/cm à 20 °C	1 440	1 500	1 040	1 240
pH à 25 °C	7,8	7,6	7,8	7,1
Turbidité en gouttes de mastic	32	40	32	40
Titre alcalimétrique mg/l Ca Co ₃ ..	164	114	304	218
Dureté totale en degré français ..	18° 6	17° 6	27° 6	29° 6
Anhydride carbonique mg/l Ca Co ₃	4	6		35
Résidu sec à 105 °C	355	432	462	483
Silice mg/l Si O ₂	1	2	2	2
Calcium mg/l	63,2	52,5	88	47,6
Magnésium mg/l	6,8	10,7	13,6	14,1
Ammonium mg/l	traces	traces	0,2	0
Sodium mg/l	82,8	107,2	53,1	64,8
Potassium mg/l	9,8	12,5	4,9	45,7
Fer mg/l	0,24	0,24	0,38	2,7
Carbonates mg/l	0	0	0	0
Bicarbonates mg/l	200,5	138,6	379	267,3
Chlorures mg/l	126,9	83	80,3	92,3
Sulfates mg/l	41,3	14	4,6	9
Phosphates mg/l	0,19	0,3	0,21	0,25
Nitrites mg/l	0	traces	0,02	0
Nitrates mg/l	1,3	0,4	0,9	2,5
Fluorures mg/l	0	0	0	0

FIG. 17. — Ravine des Coudes. Evolution des classes de taille de *Biomphalaria glabrata*.

IV. Le Grand-Étang

SITUATION : Sud de la Guadeloupe au pied des Montagnes de la Soufrière et de la Madeleine. Altitude : 400 m (fig. 1).

SUPERFICIE : environ 30 000 m².

PROFONDEUR MAXIMALE : Plusieurs mètres en son centre, 0,80 m à 1 m localement dans la bordure végétale.

ESPÈCES DE MOLLUSQUES : *Biomphalaria glabrata*, *Drepanotrema kermatoïdes*, *Physa marmorata*, *Eupera viridans*.

FAUNE ASSOCIÉE :

Insectes : *Belostoma boscii*, *Hydrophilus insularis*.

Crustacés : *Macrobrachium heterochirus* (Décapodes), *Chlamydotheca unispinosa* (Ostracodes), *Hyaella azteca* (Amphipodes).

Hirudinées : *Helobdella punctatolineata*.

Poissons : *Tilapia mossambica*, *Lebistes reticulatus*.

FRÉQUENTATION par les oiseaux (*Butorides virescens*) et par les rats (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus*).

TRÉMATODES PARASITES DE B. GLABRATA : *Ribeiroia marini*, *Schistosoma mansoni*, *Tylodelphis* sp.

FLORE : *Pistia stratiotes*, *Polygonum portoricense*, *Eleocaris interstincta*, Fougères, etc...

DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES : conductivité. Enregistrements thermographiques sur quelques nyctémères.

MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE : la trop grande surface du biotope, associée à la présence de végétations formant des amas inextricables, n'a pas permis l'évaluation des effectifs absolus. Une station a été choisie, pour des raisons pratiques, au débouché de la route (cf. carte). La méthode d'échantillonnage consiste à donner 50 coups de passoire dans une aire déterminée. Rythme des prélèvements : toutes les deux semaines.

DURÉE DE L'ÉTUDE : août 1974 à mai 1975.

Le Grand-Etang est un plan d'eau assez vaste dont les bords sont encombrés par une végétation épaisse (fig. 18). Cette végétation, qui comprend essentiellement *Polygonum portoricense*, *Pistia stratiotes* et *Eleocaris interstincta*, offre un très bon abri et une nourriture abondante à une faune riche et variée de Mollusques, d'Insectes, d'Hirudinées, de Crustacés et de Poissons. Ce matelas végétal couvrant 100 % de la surface de l'eau offre en outre une très bonne protection contre les ardeurs du soleil, et les

fluctuations nycthémerales de température des eaux, même en surface, sont quasiment nulles (fig. 22).

L'échantillonnage a été effectué dans une zone d'environ 200 m² comprenant les principaux types de communautés végétales (fig. 19). La méthode d'échantillonnage utilisée (50 coups de passoire effectués de façon régulière par la même personne toutes

FIG. 18. — Carte du Grand-Etang et couverture végétale de ses eaux.

les deux semaines) ne donne pas de renseignements sur les effectifs absolus de Mollusques mais nous offre, néanmoins, une bonne image des fluctuations relatives des populations au cours de l'année. Le Mollusque le plus abondant est *Biomphalaria glabrata* et l'analyse des classes de taille montre qu'il n'y a pas de période de reproduction particulière (fig. 21), on rencontre des jeunes planorbes presque toute l'année bien qu'en nombre relativement restreint par rapport aux adultes. Ce nombre limité de jeunes Mollusques s'explique facilement par la présence de nombreux prédateurs : Hirudinées (*Helobdella punctatolineata*), Crustacés, Insectes, Poissons et, également,

par la présence de plusieurs Trématodes parasites de *B. glabrata* (*Schistosoma mansoni*, *Tylodelphis* sp., et notamment de *Ribeiroia marini* qui castrate totalement les Mollusques.

Au cours de l'année, le niveau des eaux du Grand-Etang subit de fortes fluctuations (des différences de plus de 70 cm ont été notées entre la saison sèche et la saison des pluies : fig. 20) et on observe ainsi une augmentation de la densité des Mollusques qui est due à un phénomène de concentration à la période des plus basses

FIG. 19. — Grand-Etang. Zone d'échantillonnage et principales communautés végétales.

eaux (fig. 20 et 21). En fait, si l'on tient compte de ce phénomène, les populations malacologiques du Grand-Etang apparaissent remarquablement stables tout le long de l'année et seule la frange de bordure, qui subit des inondations et des exondations irrégulières, a des peuplements instables.

Le Grand-Etang semble constituer un cas particulier en Guadeloupe tant par sa grande réserve d'eau qui est alimentée par plusieurs ruisseaux, que par la densité de sa végétation aquatique qui favorise l'épanouissement des populations malacologiques.

FIG. 20. — Grand-Etang. Evolution des différents paramètres au cours d'un cycle annuel

V. Fuite d'eau d'une canalisation à l'usine de Grosse-Montagne

SITUATION : Nord-est de la Guadeloupe à la Distillerie de Grosse-Montagne (fig. 1 et 26).

SUPERFICIE MAXIMALE : 15-20 m².

PROFONDEUR MAXIMALE : simple film d'eau qui recouvre le biotope.

FIG. 21. — Grand-Etang. Evolution des classes de taille de *Biomphalaria glabrata* au cours d'un cycle annuel.

FIG. 22. — Grand-Etang. Enregistrements de température à 3 cm sous la surface de l'eau.

FIG. 23. — Fuite d'eau d'une canalisation à l'usine de Grosse-Montagne. Carte du micro-biotope.

FIG. 24. — Gîte de Grosse-Montagne. Evolution des peuplements de *Biomphalaria glabrata*.

ESPÈCES DE MOLLUSQUES : *Biomphalaria glabrata*.

FAUNE ASSOCIÉE : néant.

TRÉMATODES PARASITES DE *B. GLABRATA* : *Schistosoma mansoni*.

FLORE : Quelques touffes de graminées sur les bords du mur. Feuilles mortes qui tapissent le milieu (*Inga ingoïdes*).

DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES : Mesures régulières de conductivité, enregistrement de la température sur quelques nycthémers.

MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE : Récolte totale des Mollusques sur une longueur de 6 m, soit environ les 2/3 du biotope, puis remise en place des animaux après mesure et comptage.

DURÉE DE L'ÉTUDE : de mai 1974 jusqu'au 14 août, date de l'arrêt de la fuite d'eau.

Cette station est très particulière puisqu'il s'agit d'une simple flaque d'eau n'excédant pas une quinzaine de m² et alimentée de façon irrégulière par la fuite d'une grosse canalisation amenant l'eau dans une usine (Distillerie de Grosse-Montagne). Dans ce microbiotope, les planorbes n'ont ni concurrents, ni prédateurs, mais vivent malgré tout dans de très mauvaises conditions. En effet, les Mollusques ont, d'une part, peu de nourriture disponible (dépôt léger de vase sur le ciment et quelques feuilles mortes d'*Inga ingoïdes*) et, d'autre part, un milieu aquatique très restreint (un simple film d'eau recouvre le biotope et la flaque n'est alimentée que pendant la journée lors du fonctionnement de l'usine).

Les fluctuations de température au cours de la journée au niveau des Mollusques ne sont pas très grandes car le microbiotope est à l'ombre grâce à une couverture d'arbres. Ainsi, la température n'excédait pas 30° en juin 1974 par une journée ensoleillée (fig. 25). Ce facteur n'intervient donc que très peu dans la régulation des populations de Mollusques.

La présence du parasite *Schistosoma mansoni* est également un facteur négligeable car les taux d'infestation que nous avons observés au cours de la période étudiée n'ont jamais dépassé 1,5 %, ce qui est très faible pour une si petite population. Ce taux atteignait néanmoins 30 à 40 % lorsque ce biotope fut découvert en 1972 et le parasite fut toujours présent de 1972 à 1974.

Toutes les deux semaines, la presque-totalité des *B. glabrata* était récoltée puis, après comptages et mesures, remplacée dans le milieu (cf. carte de la zone de prélèvements : fig. 23). La population qui a ainsi été suivie du 8-5-74 au 14-8-74 montre une évolution peu rapide de ses effectifs. La croissance des Mollusques est très lente et les plus gros individus dépassent rarement 10 mm (fig. 24). Cette croissance est une des plus lentes qu'il

FIG. 25. — Gîte de Grosse-Montagne. Enregistrements de température au niveau de la fuite.

nous ait été donné d'observer jusqu'ici en Guadeloupe et il est possible qu'il s'agisse là d'un potentiel de croissance voisin du minima pour l'espèce. Les très mauvaises conditions de milieu expliquent évidemment ce phénomène qui nous démontre ainsi les grandes facultés d'adaptation que possède *Biomphalaria glabrata*.

Ce type de biotope ne peut être considéré comme une exception en Guadeloupe. Il est au contraire caractéristique des conséquences d'un mauvais entretien des réseaux de canaux et de conduites servant à amener l'eau dans les usines ou à irriguer les terres et son importance dans la transmission de la maladie est loin d'être négligeable.

VI. Le canal d'Arnouville-La Retraite

SITUATION : Nord-est de la Guadeloupe. Traverse la région sucrière de Vernou. Prise d'eau. La Retraite, Calvaire (fig. 26).

PROFONDEUR MAXIMALE : 30-40 cm localement.

ESPÈCES DE MOLLUSQUES : *Biomphalaria glabrata*, *Physa marmorata*, *Pisidium punctiferum*, *Potamopyrgus coronatus*, *Ampullaria glauca*, *Gundlachia radiata*.

FAUNE ASSOCIÉE :

Insectes : *Bellostoma boscii* (dans les *Chara*).

Hirudinéés : *Helobdella punctatolineata*.

TRÉMATODES PARASITES DE B. GLABRATA : *Schistosoma mansoni*.

FLORE : Bords herbeux. *Chara* sp. dans la partie terminale du canal.

DONNÉES PHYSICO-CHIMIQUES : Conductivité (50 à 100 μ mhos). Enregistrement de la température sur plusieurs nycthémères.

MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE : 10 stations échelonnées tout le long du canal. A chaque station, un prélèvement de 1/10 m². Rythme des prélèvements : toutes les deux semaines.

DURÉE DE L'ÉTUDE : Début de l'étude le 22 octobre 1974. Assèchement et curage du canal le 3 décembre de la même année. Remise en eau en mars 1975 et nouvel assèchement en mai 1975.

Ce canal à fond de terre présentait, en novembre 1974, la particularité d'être encombré dans sa partie terminale par un tapis très dense de Characées (*Chara* sp.) qui hébergeait une très forte population de *Biomphalaria glabrata* (fig. 27). Ces densités de Mollusques sont parmi les plus fortes qu'il nous ait été donné d'observer en Guadeloupe (plus de 1 200 individus par m² de *Chara*). Ceci n'est guère étonnant car les milieux à *Chara* offrent aux Mollusques abri et nourriture importante. Lorsque ces milieux sont, en plus, situés dans des eaux courantes, donc renouvelés et relativement stables du point de vue thermique (fig. 28), ils offrent d'excellentes conditions à l'épanouissement des populations malacologiques.

L'étude de la répartition des différentes espèces de Mollusques le long du canal nous montre que pour la majorité des espèces, les plus fortes densités se situent dans

FIG. 26. — Canal d'Arnouville-La-Retraite. Numéros 1 à 10: Stations d'échantillonnage.

la partie terminale. On observe notamment une forte concentration de populations dans la partie du canal encombrée par les *Chara*: *Gundlachia radiata*, *Potamopyrgus coronatus*, *Pisidium punctiferum* et *Biomphalaria glabrata*.

L'étude commencée le 22 octobre 1974 ne put aller au-delà du 3 décembre à la suite de la fermeture de la prise d'eau (sur la Grande-Rivière à Goyaves) et du curage complet du canal. L'eau resta coupée jusqu'en mars 1975 et, un mois après la remise en eau, on pouvait constater la présence de quelques *B. glabrata*. En mai 1975, le canal fut de nouveau asséché.

FIG. 27. — Répartition des mollusques le long du canal d'Arnouville-La-Retraite.

FIG. 28. — Canal d'Arnouville-La-Retraite. Enregistrements de température.

Le régime des canaux d'irrigation de la Guadeloupe qui constituent les principaux foyers de schistosomose humaine, est extrêmement irrégulier et imprévisible et dépend uniquement des activités humaines (coupures et déviations pour l'irrigation de certaines propriétés, consolidation ou non du barrage d'accès à la prise d'eau, pollution organique par les usines, curages après la période de fonctionnement des usines, etc...). L'évolution des populations de Mollusques est donc essentiellement imprévisible dans de tels milieux et leurs fluctuations très importantes dépendent de ces différents facteurs humains.

Cependant, il convient de signaler qu'aucun de ces facteurs, et en particulier le curage complet des canaux, ne permet d'éliminer le Mollusque de façon définitive ou même simplement durable. A défaut de leur suppression, seul un entretien continu de ces canaux sur toute leur longueur permettrait le maintien des populations malacologiques à un niveau incompatible avec la transmission de la schistosomose. Cet entretien est nécessaire dans tous les types de canaux que nous avons pu étudier, et en particulier dans ceux qui sortent des usines et qui contiennent des matières organiques abondantes, très favorables à la pullulation des Mollusques.

Discussion et Conclusions

Cette analyse d'un cycle annuel dans différents biotopes guadeloupéens met en évidence la grande diversité du comportement des populations malacologiques dans la nature. De nombreux facteurs régissent le développement et l'évolution des peuplement de Mollusques, mais, selon le milieu, leur influence peut être prépondérante ou quasiment nulle.

Les facteurs climatiques.

Leur rôle est essentiel, surtout en Grande-Terre où la saison sèche est durement ressentie dans la plupart des milieux aquatiques qu'ils soient stagnants (mares, mangroves) ou courants (ravines). L'assèchement des collections d'eau et son influence sur les populations de *B. glabrata* est sans doute un des facteurs qui a été le plus étudié que ce soit au laboratoire (Brumpt, 1941 ; Barretto, 1958 ; Sturrock, 1970 ; Brand, Mac Mahon Nolan, 1957 ; Magalhaes, 1953 ; Richards, 1963, 1967, 1968 ; Olivier, Barbosa, 1956 ; Olivier, 1956 b) ou dans la nature (Barbosa, Olivier, 1958 ; De Andrade, 1962 ; Olivier, 1956 b ; Pointier, Combes, 1976).

Au printemps et en été, la plupart des mares de Grande-Terre voient leur niveau fortement baisser. Certaines s'assèchent même totalement pour des durées variables dépendant des microclimats existants (Pointier, Combes 1976). Dans ces mares temporaires, les périodes de sécheresse amènent la destruction de la plus grande partie des populations de *Biomphalaria* et dans les mares permanentes ou « semi-permanentes » (comme la mare de Céligny), ces périodes amènent également une diminution notable des peuplements (fig. 4). La période dite de remise en eau, qui correspond aux deux premiers mois de la saison des pluies permet ensuite la reconstitution des populations de Mollusques. C'est le seul moment de l'année qui soit très favorable à une reproduction massive (fig. 4-5). Par la suite, la pression de prédation puis les mauvaises conditions de milieu mettent un frein à tout développement.

En été, la mangrove lacustre de Devarieux s'assèche totalement à l'exception de la source qui correspond à l'affleurement de la nappe phréatique. Cette source, ainsi que la prairie et les lisières des bois, sont les milieux les plus favorables aux *B. glabrata* qui ne pénètrent jamais très profondément sous le couvert des arbres (Pointier, Combes, 1976). Comme dans le cas des mares, le repeuplement de tous ces milieux s'effectue à partir de quelques survivants lors de la remise en eau en automne (fig. 8-10-12).

Si la saison des pluies est la période la plus favorable aux populations de Mollusques qui vivent dans les milieux stagnants, elle peut avoir au contraire des effets catastrophiques dans le cas des ravines et autres cours d'eau. Des pluies normales n'ont pas grand effet sur les planorbes mais il suffit d'une très forte crue pour balayer des populations entières de Mollusques. Ceci s'est produit notamment pour la ravine des Coudes le 3 octobre 1974. Ce facteur n'est pas négligeable en ce qui concerne les eaux courantes, et ses effets nocifs ont été signalés pour beaucoup d'espèces de

Mollusques d'eau douce tant en Afrique (Webbe 1960 ; Hira, Muller 1966) qu'en Amérique du sud et aux Antilles (Barbosa, Olivier 1958 ; Rowan 1959 ; Luttermoser, Castellanos 1945). Même en dehors des périodes de crues, le courant est un facteur qui intervient sur la régulation des populations de *B. glabrata*. Dans le canal d'Arnouville-La Retraite, en automne 1974, le courant variait de 14 à 26 cm par seconde et ne semblait pas gêner les très riches populations de planorbes qui s'étaient installées dans la partie terminale de son cours. Il a été montré par plusieurs auteurs que la vitesse du courant est un facteur important. On trouve peu ou pas de Mollusques lorsque cette vitesse dépasse 29 cm par seconde (Scorza, Silva, Gonzalez, Machado 1961) ou que la dénivellation est supérieure à 20 cm pour 1 000 m de longueur (Harry, Cumbie 1956 b). Dans la répartition d'une population de *B. glabrata*, un nombre important d'individus tend à remonter le courant, mais peut être bloqué par un obstacle comme une petite chute d'eau ou un rocher. Ils s'accumulent alors au pied de l'obstacle (Paulini 1963 ; Pimentel, White, Ildefonso 1957 ; Radke, Ritchie 1961). Nous avons pu observer ce phénomène de distribution en aggrégats dans le cours supérieur d'une petite ravine sur la côte sous le vent de la Guadeloupe (Ravine Tarare). En ce qui concerne les canaux qui constituent le plus important réservoir de planorbes infestées de l'Archipel, la vitesse du courant est en général de l'ordre de 20 à 25 cm, ce qui est donc parfaitement compatible avec la présence des populations malacologiques qu'on y rencontre habituellement.

Un autre facteur climatique à signaler est la *température* : à partir du mois de juin, en Grande-Terre, la température de l'eau de surface dans les mares et autres milieux stagnants non ombragés peut atteindre 41 °C entre 11 h et 14 h. Ces chocs thermiques répétés ont évidemment une influence néfaste sur le cycle normal des Mollusques. Des études réalisées au laboratoire en utilisant un gradient thermique de 12 à 38 °C montrent que *B. glabrata* tend à éviter les deux extrêmes et s'accumule avec une plus grande fréquence dans les zones de 27 à 32 °C (Chernin 1967). Par ailleurs, la température a une grande influence sur la ponte : Sturrock et Sturrock (1972) ont montré dans les conditions du laboratoire que la production d'œufs chez *B. glabrata* diminue fortement à 30 °C et pour Jobin (1970), la température optimale de ponte est de 25°. L'exposition prolongée à de fortes températures peut induire des changements pathologiques dans les tissus reproducteurs de la planorbe et peut même provoquer une castration thermique (Michelson 1961). Enfin, à des températures continues de 35 °C, les œufs n'éclosent pas (Sturrock, Sturrock, 1972). Dans les conditions naturelles, les extrêmes de température que nous avons observés ne se produisent que quelques heures par jour et ne concernent que les premiers centimètres d'eau. Malgré tout, de telles conditions sont sans aucun doute peu favorables à la vie des Mollusques et surtout au développement des œufs et des jeunes.

Les facteurs biotiques.

Ces facteurs sont importants dans toutes les catégories de milieux, aussi bien en Grande-Terre qu'en Basse-Terre. Les rivières de la Basse-Terre, à cause de leur

courant souvent violent et irrégulier et leur absence de végétation, sont *a priori*, peu favorables à l'implantation de populations de planorbes. D'autre part, la présence dans ces eaux courantes de nombreux Crustacés et Poissons contribue vraisemblablement à leur exclusion. De nombreux prédateurs et compétiteurs de *B. glabrata* ont déjà été signalés (Chenin, Michelson, Augustine 1956 b ; Lo 1967 ; Sohn, Kornicker 1972, 1975 ; Ruiz Tiben, Palmer, Ferguson 1969 ; Paulini, Paulini 1972 ; Jobin, Ferguson, Berrios, Duran 1973 ; Andrade, Carlos 1970) et en Guadeloupe, une liste des prédateurs autochtones a été établie (Pointier, Delplanque, 1976). L'importance du facteur prédation sur les populations de Mollusques est difficile à évaluer dans les conditions naturelles, mais on l'a souvent signalée (Harry, Aldrich 1958 ; Pimentel, White 1959). Dans la mare de Céligny et dans la Ravine des Coudes (Grande-Terre), l'évolution conjointe des différentes populations de la faune associée nous a donné une bonne image de l'impact du facteur prédation : Hirudinées (*Helobdella punctatolineata*) dans le cas de la mare de Céligny (fig. 4) et Crustacés (*Macrobrachium faustinum*) dans le cas de la Ravine des Coudes (fig. 15).

Les parasites, et notamment les Trématodes, jouent également un rôle dans la régulation des populations de planorbes. Il est certain, comme l'ont déjà suggéré Harry et Aldrich (1958), que des parasites ayant une action stérilisante sur leur hôte ont une influence sur l'évolution de ses peuplements. Certains auteurs ont déjà démontré que *Schistosoma mansoni* réduit la ponte de façon très significative et a même une action stérilisante complète lorsque l'infestation est effectuée chez de très jeunes Mollusques (Sturrock, Sturrock 1970). En Guadeloupe, la recherche systématique des Trématodes pathogènes de *B. glabrata* a permis de découvrir un total de 8 espèces que l'étude au niveau cercaire permet d'attribuer aux *Echisnostomatidae* (2 espèces), *Cathaemasiidae* (1 espèce), *Clinostomatidae* (1 espèce), *Strigeidae* (3 espèces) et *Diplostomatidae* (1 espèce) (Golvan, Combes, Bayssade-Dufour, Nassi 1974 ; Golvan, Combes, Nassi 1975). Dans les conditions naturelles, ces pathogènes autochtones ont une influence très variable sur les populations de planorbes : alors que l'un d'eux (*Ribeiroia marini*) peut atteindre des prévalences très élevées (92 % au Grand-Etang) et entraîne des réductions marquées au niveau des générations de jeunes Mollusques (fig. 21, Grand-Etang), les autres ne semblent pas avoir d'impact très marqué (cf. mare de Céligny).

La présence de végétation aquatique ou semi-aquatique (Graminées, Polygonacées, Nymphéacées, Naiadacées, Characées) est connue pour avoir un effet favorable à la colonisation des milieux aquatiques par les Mollusques (Dazo, Hairston, Dawood 1966 ; Pimentel, White 1959) (zone à Characées du canal d'Arnouville-La Retraite). La végétation se révèle une composante très importante de l'environnement des Mollusques à plusieurs niveaux :

— au niveau de la ponte en fournissant des supports nombreux et variés : feuilles mortes de *Pterocarpus officinalis* en lisière des bois à Devarieux, feuilles de Nymphéas dans les mares, tiges des graminées, etc... ;

— au niveau de la nourriture en produisant une matière organique végétale abondante (cf. Luttermoser, Castellanos 1945) et en fournissant un substrat à toutes sortes d'organismes épiphytes (Périphyton) qui peuvent également servir de source de nourriture. Différents auteurs ont montré récemment que le facteur nourriture était très important dans la régulation des populations malacologiques (Eisenberg 1970; Jobin, Michelson 1967). Cependant, dans le milieu naturel guadeloupéen, nous avons vu que *B. glabrata* était capable de se maintenir dans des biotopes lui offrant sous cet aspect de très mauvaises conditions (cf. Gîte d'infiltration de Grosse-Montagne);

— au niveau de la prédation en offrant un refuge contre de nombreux ennemis naturels. Nous signalerons en particulier les Characées et les Polygonacées qui forment parfois des amas inextricables, excellents abris contre les prédateurs;

— au niveau respiratoire en fournissant un apport d'oxygène au milieu. L'importance de certains microbiotopes a été mise en évidence par Wright (1956) qui montre que les Mollusques ont tendance à se répartir en aggrégats dans des micromilieus dont la tension en oxygène est plus élevée, comme le dessous des feuilles de nénuphar ou au niveau des racines de graminées.

Les facteurs chimiques et biochimiques.

Une série d'analyses a permis d'établir l'originalité de certaines eaux de Guadeloupe quant à leur cycle ionique annuel (Combes, Salvayre, en prép.). Cependant, il ne semble pas que ces caractéristiques hydrochimiques jouent un rôle déterminant au niveau des fluctuations des populations de *B. glabrata*. Dans le cas des 6 stations que nous avons suivies au cours d'un cycle annuel, en 1974-1975, la présence de grandes différences qualitatives se reflétant dans les mesures de conductivité n'ont pas apporté non plus d'éléments probants. Les eaux présentant les conductivités les plus faibles comme le Grand-Etang (150 à 200 μ mhos) et le canal d'Arnouville-La Retraite (50 à 100 μ mhos), ou les conductivités les plus élevées comme la Ravine des Coudes (400 à 1 200 μ mhos) et Devarieux (800 à 1 200 μ mhos), sont également capables d'héberger de très riches populations de planorbes. A Porto-Rico, différents auteurs ont montré que *B. glabrata* peut être rencontré dans les eaux présentant toutes les gammes de pH, de carbonates, de bicarbonates et de sulfates de l'île (Harry, Cumbie, Martinez de Jésus 1957; Harry, Aldrich 1958). En général, cependant, les eaux très douces ou très dures sont peu favorables à l'installation des populations de Mollusques (Malek 1958; Williams 1970 a). On peut également rencontrer des Mollusques dans des eaux ayant 2 ‰ de salinité, mais, au-dessus de ce seuil, la fécondité décroît très rapidement pour devenir nulle à partir de 8 ‰ (Lévêque, Pointier, en prép.).

De nombreux travaux ont été réalisés en laboratoire pour tester l'influence du calcium et du magnésium sur les Mollusques (Fraga de Azevedo, Barreira, Bragança Gil, Carvaio Gomez 1967; Harrison, Shiff 1966; Harrison, Nduku, Hooper 1966; Harrison, Williams, Greig 1970; Williams 1970 b). En ce qui concerne *B. glabrata*, des travaux récents (Thomas, Lough 1974; Thomas, Benjamin, Lough, Aram 1974)

montrent que la teneur en calcium peut influencer fortement la croissance et le taux de natalité donc le taux intrinsèque d'accroissement naturel des populations (rm).

Des facteurs d'ordre biochimiques dépendant de la densité agissent également sur la croissance et le taux de natalité des Mollusques. Ce phénomène bien connu de « Crowding » (Chernin, Michelson 1957 a) a été étudié de façon approfondie au laboratoire en utilisant *B. glabrata* comme animal expérimental (Thomas, Aram 1974 ; Thomas, Benjamin 1974 a et b ; Thomas, Goldsworthy, Benjamin 1975 ; Thomas, Lough, Lodge 1975). Ces auteurs ont obtenu des effets positifs sur la croissance et la ponte en augmentant la densité de population au-dessus d'un certain seuil (effet Allee). De plus, à partir de fortes densités, on obtient des effets inverses. Ces mêmes effets peuvent également être obtenus en utilisant des milieux conditionnés dans lesquels des Mollusques nourris avec de la laitue ont été élevés à différentes densités. Il y aurait donc dans ces milieux des substances capables de favoriser ou d'inhiber la croissance et le taux de natalité de *B. glabrata*.

Les facteurs humains.

Les facteurs liés à l'activité humaine sont très importants en Guadeloupe à cause de la densité de population élevée et de la dispersion de l'habitat. Dans le milieu naturel guadeloupéen, l'homme intervient à plusieurs niveaux :

— en construisant tout un réseau de canaux d'irrigation alimenté par des prises d'eau situées dans le cours supérieur des rivières de la Basse-Terre, il a favorisé l'implantation des populations de *B. glabrata* et surtout de son parasite *Schistosoma mansoni*. Ces canaux à fond de terre et souvent encombrés de matières organiques diverses et de végétation sont très favorables aux planorbes. Le régime et le débit de ces collecteurs d'eau sont très irréguliers et totalement imprévisibles. Des variations de débit des coupures interviennent fréquemment et sont autant de facteurs qui modifient le milieu et les populations qu'il contient. Il n'y a donc pas comme en Grande-Terre de période favorable déterminée à des apparitions massives des nouvelles générations de Mollusques. L'évolution des peuplements malacologiques dépend uniquement des activités humaines : coupures et déviations pour l'irrigation de certaines propriétés, consolidation ou non du barrage d'accès de la prise d'eau, etc...

L'homme intervient également en étant un facteur de pollution : la plupart du temps, cette pollution est très favorable au développement du Mollusque en lui fournissant une nourriture abondante (cas des levures et autres matières organiques déversées par les distilleries ou encore des ordures ménagères qui encombrant certains canaux urbains). Cependant, lorsqu'elle atteint des seuils très élevés, cette pollution peut avoir des effets catastrophiques sur toutes les populations animales (cas des mélasses déversées par l'usine Blanchet en avril 1975 qui détruisit toute vie sur plus d'un kilomètre dans la Rivière des Coudes).

— Les mares de Grande-Terre ont presque toutes une origine artificielle : elles ont été creusées par l'homme afin de servir de source d'eau pour le bétail et les

besoins domestiques. Nous avons vu qu'elles sont recréusées périodiquement tous les 7-8 ans.

— L'homme favorise également le Mollusque dans les régions de mangrove en défrichant les zones à *Pterocarpus* et en installant en lisière des cultures de *Colocasia* qui sont des milieux très favorables au développement des planorbes (Pointier, Combes 1976).

FIG. 29. — Courbes de croissance de *Biomphalaria glabrata*. Au laboratoire : 1) Ritchie, Berrios-Duran et Deweese, 1963. 2) Lévêque et Pointier, 1976. 3) Etges et Ritchie, 1971. 4) Perlowagora-Szumlewicz, 1958. 5) Lévêque et Pointier, 1976. 6) Barbosa et Da Silva, 1951. — Dans la nature : 1) Etges et Ritchie, 1971. 2) Mare de Céligny. 3) Lévêque et Pointier, 1976. 4) Lévêque et Pointier, 1976. 5) Source de Devarieux. 6) Gîte de Grosse-Montagne.

En conclusion, de nombreux facteurs interviennent dans la régulation des populations de *B. glabrata* en Guadeloupe. Cependant, la plasticité de l'espèce est telle qu'elle n'est totalement exclue que de milieux présentant des conditions extrêmes. Elle est capable de survivre à l'état de « micropopulations » dans des milieux très défavorables et surtout de maintenir la schistosomose (cf. Grosse-Montagne).

Un exemple de la grande plasticité de l'espèce nous est fourni par toutes les données sur la croissance en taille que nous avons pu recueillir dans la littérature et en Guadeloupe, sur le terrain et au laboratoire (fig. 29). La grande variabilité des résultats obtenus s'explique évidemment par le fait que la plupart des données ont été obtenues dans des conditions très différentes (température, nourriture, etc...) et il est intéressant de noter l'importance des écarts entre les différentes courbes. Dans les conditions naturelles, si de nombreux facteurs agissent sur le taux intrinsèque d'accroissement naturel des populations, ils atteignent donc très rarement des limites incompatibles avec la présence du Mollusque. A cette remarquable plasticité de l'espèce vis-à-vis des conditions de milieu, s'ajoute une importante et rapide capacité de prolifération lorsque ces conditions sont optimales pour son développement (cf. canal d'Arnouville-La Retraite et tous les canaux en général).

La biologie de *Biomphalaria glabrata* et les facteurs qui viennent d'être évoqués régissant le développement de sa population, facteurs climatiques et microclimatiques, facteurs biotiques (prédateurs parasites stérilisants ou non, compétiteurs) et facteurs anthropiques, sont autant de possibilités pour l'homme dans le schéma d'intervention qu'il peut proposer pour l'éradication (ou la limitation) du Mollusque vecteur de la schistosomose en Guadeloupe. Il est bien évident que c'est à tous les niveaux que la lutte doit être programmée : les facteurs anthropiques doivent être contrôlés dans toute la mesure du possible et la lutte biologique doit opérer en favorisant les Trématodes stérilisants, mais aussi les prédateurs et compétiteurs. De plus, ces actions conjointes pour limiter *Biomphalaria glabrata* doivent s'insérer dans le schéma général de lutte intégrée contre la maladie et intéressant les autres maillons du cycle bilharzien (homme et schistosome).

REMERCIEMENTS. — Nous remercions vivement le D^r Sohn (U.S.N.M.) pour la détermination des Ostracodes et des Amphipodes et M. Fournet (C.R.A.A.G.) pour l'aide qu'il nous a apportée dans tout ce qui concernait la botanique.

Bibliographie

- ANDRADE (R. M.), 1962. — Ecologia de *Australorbis glabratus* em Belo Horizonte, Brasil. II. — Variações anuais e trimestrais do diametro dos caramujos. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, 4, 366-374.
- ANDRADE (R. M.) et CARLOS (M. F. A.), 1970. — Combate biologico : *Tilapia melanopleura* Duméril versus *Biomphalaria glabrata* (Say) em condições de laboratorio. *Rev. Brasil. Malariol. Doenças Trop.*, 21, 49-58.

- BARBOSA (F. S.) et DA SILVA (G. M.), 1951. — Curvas de crescimento de *Australorbis glabratus* e sua aplicação a epidemiologia e a profilaxia de equistosomose. *Publ. Avuls. Inst. Aggeu. Magalhaes*, 1, 35-42.
- BARBOSA (F. S.) et OLIVIER (L.), 1958. — Studies on the snail vectors of Bilharziasis mansonii in North-eastern Brazil. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 18, 895-908.
- BARRETTO (A. C.), 1958. — Dessecação natural e experimental de *Australorbis glabratus* (Mollusca, Planorbidae) da cidade do Salvador, Bahia. *Bol. Fund. Gonçalves. Moniz Bahia*, 13, 1-24.
- BRAND (T. Von), MACMAHON (P.) et NOLAN (M. O.), 1957. — Physiological observations on starvation and dessication of the snail *Australorbis glabratus*. *Biol. Bull.* 113, 89-102.
- BRUMPT (E.), 1941. — V. Observations biologiques diverses concernant *Planorbis (Australorbis) glabratus*, hôte intermédiaire de *Schistosoma mansonii*. *Ann. Parasitol., hum. comp.*, 18, 9-45.
- CHERNIN (E.), 1967. — Behavior of *Biomphalaria glabrata* and other snails in a thermal gradient. *J. Parasit.*, 53, 1233-1240.
- CHERNIN (E.), MICHELSON (E. H.) et AUGUSTINE (D. L.), 1956 b. — Studies on the biological control of schistosome-bearing snails II. — The control of *Australorbis glabratus* populations by the leech *Helobodella fusca* under laboratory conditions. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 5, 308-314.
- CHERNIN (E.) et MICHELSON (E. H.), 1957 a. — Studies on the biological control of schistosome-bearing snails. III. — The effects of population density on growth and fecundity in *Australorbis glabratus*. *Am. J. Hyg.*, 65, 57-70.
- CHERNIN (E.) et MICHELSON (E. H.), 1957 b. — Studies on the biological control of schistosome-bearing snails. IV. — Further observations on the effects of crowding on growth and fecundity in *Australorbis glabratus*. *Am. J. Hyg.*, 65, 71-80.
- DAZO (B. C.), HAIRSTON (N. G.) et 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. Wld. Hlth. Org.*, 35, 339-356.
- EISENBERG (R. M.), 1970. — The role of food in the regulation of the pond snail, *Lymnaea elodes*. *Ecology*, 51, 680-684.
- ETGES (J.) et RITCHIE (L. S.), 1971. — Comparative observations on growth rate and reproduction of *Australorbis glabratus* in field and laboratory conditions. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 34, 963-966.
- FRAGA DE AZEVEDO (J.), BARREIRA (F.), BRAGANÇA GIL (F.) et CARVÃO GOMES (F. A.), 1967. — Calcium absorption by *Australorbis glabratus* and *Physa acuta* in constant concentration environment. *Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo*, 9, 419-428.
- GOLVAN (Y.-J.), COMBES (C.), BAYSSADE-DUFOUR (C.) et NASSI (H.), 1974. — Les cercaires de *Ribeiroia marini* (Faust et Hoffman, 1934). Trématode antagoniste de *Schistosoma mansonii* et provoquant la castration du Mollusque-hôte, vecteur de la Bilharziose humaine. *C.R. Acad. Sci.*, 279, (sér. D), 405-408.
- GOLVAN (Y.-J.), COMBES (C.) et NASSI (H.), 1975. — Castration du Mollusque *Biomphalaria glabrata* par les larves de divers Trématodes guadeloupéens. *C.R. Acad. Sci.*, 180 (sér. D), 1607-1610.

- HARRISON (A. D.), NDUKU (W.) et HOOPER (A. S. C.), 1966. — The effects of a high magnesium to calcium ratio on the egg-laying rate on aquatic planorbid snail *Biomphalaria pfeifferi*. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 60, 212-214.
- HARRISON (A. D.) et SHIFF (C. J.), 1966. — Factors influencing the distribution of some species of aquatic snails. *South. Afr. J. Sci.*, 62, 253-258.
- HARRISON (A. D.), WILLIAMS (N. V.) et GREIG (G.), 1970. — Studies on the effects of calcium bicarbonate concentrations on the biology of *Biomphalaria pfeifferi* (Krauss) (Gastropoda, Pulmonata). *Hydrobiologia*, 36, 317-327.
- HARRY (H. W.), ALDRICH (D. V.), 1958. — The ecology of *Australorbis glabratus* in Puerto-Rico. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 18, 819-832.
- HARRY (H. W.) et CUMBIE (B. G.), 1956 a. — The relation of physiography to the types of freshwater environments and the presence of *Australorbis glabratus* in Puerto-Rico. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 5, 742-756.
- HARRY (H. W.) et CUMBIE (B. G.), 1956 b. — Stream gradient as a criterion of lotic habitats suitable for *Australorbis glabratus* in Puerto-Rico. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 5, 921-928.
- HARRY (H. W.), CUMBIE (B. G.) et MARTINEZ DE JÉSUS (J.), 1957. — Studies on the quality of freshwaters of Puerto-Rico relative to the occurrence of *Australorbis glabratus* (Say). *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 6, 313-322.
- HIRA (P. R.) et MULLER (R.), 1966. — Studies on the ecology of snails transmitting urinary schistosomiasis in western Nigeria. *Am. Trop. Med. Parasit.*, 60, 198-212.
- JOBIN (W. R.), 1970. — Population dynamics of aquatic snails in three farm ponds of Puerto-Rico. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 19, 1038-1048.
- JOBIN (W. R.), FERGUSON (F. F.) et BERRIOS DURAN (L. A.), 1973. — Effect of *Marisa cornuarietis* on populations of *Biomphalaria glabrata* in farm ponds of Puerto-Rico. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 22, 278-284.
- JOBIN (W. R.) et MICHELSON (E. H.), 1967. — Mathematical simulation of an aquatic snail population. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 37, 657-664.
- LÉVÊQUE (C.) et POINTIER (J. P.), 1976. — Study of the growth of *Biomphalaria glabrata* (Say) and other Planorbidae in Guadeloupe (West Indies). *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 70, 199-204.
- LO (C. T.), 1967. — The inhibiting action of Ostracods on snail cultures. *Trans. Am. Microsc. Soc.*, 86, 402-405.
- LUTTERMOSER (G. W.) et CASTELLANOS (J. V.), 1945. — Observaciones sobre la propagación y la destrucción del caracol *Australorbis glabratus* (Say, 1818), vector de *Schistosoma mansoni* (Bilharzia) en el valle, D. F. *Rev. Sanidad y Asis. Social*, 10, 109-148.
- MAGALHAËS NETO (B.), 1953. — Ação da dessecação e do jejum sobre a respiração do *Australorbis glabratus*. *Publ. Av. Inst. Agg. Mag.*, 2, 5-10.
- MAGALHAËS NETO (B.) et GONÇALVES DE MODRAES (J.), 1955. — Estudo da régulação osmótica em *Australorbis glabratus*. I. Aumento do teor de cloretos do sangue em função da salinidade do meio. *Publ. Av. Inst. Agg. Mag.*, 4, 117-124.
- MALEK (A.), 1958. — Factors conditioning the habitats of bilharziasis intermediate hosts of the family Planorbidae. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 18, 785-818.

- MICHELSON (E. H.), 1961. — The effects of temperature on growth and reproduction of *Australorbis glabratus* in the laboratory. *Am. J. Hyg.*, 73, 66-74.
- OLIVIER (L.), 1956 a. — The location of the schistosome vectors, *Australorbis glabratus* and *Tropicorbis centimetralis* on and in the soil on dry natural habitats. *J. Parasitol.*, 42, 81-85.
- OLIVIER (L.), 1956 b. — Observations on vectors of schistosomiasis mansonii kept out of water in the laboratory. I. *J. Parasitol.*, 42, 137-146.
- OLIVIER (L.) et BARBOSA (F. S.), 1956. — Observations on vectors of schistosomiasis mansonii kept out of water in the laboratory. II. *J. Parasitol.*, 42, 277-286.
- PAULINI (E.), 1963. — Field observations on the upstream migrations of *Australorbis glabratus*. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 29, 838-841.
- PAULINI (H. M.) et PAULINI (E.), 1972. — Laboratory observations on the biological control of *Biomphalaria glabrata* by a species of *Pomacea* (Ampullariidae). *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 46, 243-247.
- PIMENTEL (D.), WHITE (P. C.), 1959. — Biological environment and habits of *Australorbis glabratus*. *Ecology*, 40, 541-550.
- PIMENTEL (D.), WHITE (P. C.) et ILDEFONSO (V.), 1957. — Vagility of *Australorbis glabratus* the snail intermediate host of *Schistosoma mansoni* in Puerto-Rico. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 6, 576-580.
- POINTIER (J.-P.), 1974. — Faune malacologique dulçaquicole de l'île de la Guadeloupe (Antilles françaises). *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris Sér. Zool.*, 159, 905-933.
- POINTIER (J.-P.), 1976. — Répartition locale et biogéographie des mollusques dulçaquicoles de l'île de la Guadeloupe (Antilles françaises). *Mal. Rev.*, 9, 85-103.
- POINTIER (J.-P.) et COMBES (C.), 1976. — La saison sèche en Guadeloupe (Antilles françaises) et ses conséquences sur la démographie des mollusques dans les biotopes à *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818), vecteur de la bilharziose intestinale. *Terre-Vie*, 30, 121-147.
- POINTIER (J.-P.) et DELPLANQUE (A.), 1976. — Les prédateurs de *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818). Mollusque vecteur de la schistosomose en Guadeloupe (Antilles françaises). *Bull. Soc. Sci. Vét. et Méd. Comp., Lyon*, 78, 319-331.
- RADKE (M. G.) et RITCHIE (L. S.), 1961. — Field observations on the migration of marked *Australorbis glabratus* snails. *J. Parasitol.*, 47, 712.
- RICHARDS (C. S.), 1963. — Apertural lamellae, Epiphragms and aestivation of planorbids Mollusks. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 12, 254-263.
- RICHARDS (C. S.), 1967. — Aestivation of *Biomphalaria glabrata* (Basommatophora, Planorbidae). *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 16, 798-802.
- RICHARDS (C. S.), 1968. — Aestivation of *Biomphalaria glabrata* (Basommatophora, Planorbidae). Genetic studies. *Malacologia*, 109-116.
- RITCHIE (L. S.), BERRIOS DURAN (L. A.) et DEWEESE (R.), 1963. — Biological potentials of *Australorbis glabratus*: Life span and reproduction. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 15, 614-617.
- RITCHIE (L. S.), RADKE (M. G.) et FERGUSON (F. F.), 1962. — Population dynamics of *Australorbis glabratus* in Puerto-Rico. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 2, 171-181.

- ROWAN (W. B.), 1959. — Seasonal effect of heavy rains on the population density of *Australorbis glabratus* in a puerto rican watershed. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 8, 570-574.
- RUIZ TIBEN (E.), PALMER (J. P.) et FERGUSON (F. F.), 1969. — Biological control of *Biomphalaria glabrata* by *Marisa cornuarietis* in irrigation ponds of Puerto-Rico. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 41, 329-333.
- SCORZA (J. V.), SILVA (J.), GONZALEZ (L.) et MACHADO (R.), 1961. — Stream velocity as a gradient in *Australorbis glabratus* (Say, 1818). *Z. Trop. Med. Parasit.*, 12, 191-196.
- SOHN (I. G.) et KORNICKER (L. S.), 1972. — Predation of Schistosomiasis vector snails by Ostracoda (Crustacea). *Science*, 175, 1258-1259.
- SOHN (I. G.) et KORNICKER (L. S.), 1975. — Variation in predation behavior of ostracode species of schistosomiasis vector snails. Symposium Univ. Delaware 14-17 August 1972. *Paleon. Res. Inst. Ithaca New-York 1975*, 217-223.
- STURROCK (R. F.), 1970. — An investigation of some factors influencing the survival of St-lucian *Biomphalaria glabrata* deprived of water. *Am. Trop. Med. Parasit.*, 64, 365-371.
- STURROCK (R. F.), 1973 a. — Field studies on the population dynamics of *Biomphalaria glabrata*, intermediate host of *Schistosoma mansoni* on the west indian island as St-Lucia. *Int. J. Parasit.*, 3, 165-174.
- STURROCK (R. F.), 1973 b. — Field studies on the transmission of *Schistosoma mansoni* and the bionomics of its intermediate host *Biomphalaria glabrata* on St-Lucia, West Indies. *Int. J. Parasit.*, 3, 175-194.
- STURROCK (R. F.), 1975. — Ecological notes on habitats of the freshwater snail *Biomphalaria glabrata*, intermediate host of *Schistosoma mansoni* on St-Lucia, West Indies. *Carib. J. Sc.* (in press).
- STURROCK (R. M.) et STURROCK (R. F.), 1970. — Laboratory studies of the host-parasite relationship of *Schistosoma mansoni* and *Biomphalaria glabrata* from St Lucia West Indies. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 64, 357-363.
- STURROCK (R. F.) et STURROCK (B. M.), 1972. — The influence of temperature on the biology of *Biomphalaria glabrata* (Say) intermediate host of *Schistosoma mansoni* on St-Lucia, West Indies. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 66, 385-390.
- THOMAS (J. D.) et ARAM (R. H.), 1974. — The chemical ecology of *Biomphalaria glabrata* (Say): the effects of media homotypically conditioned by adult snails on the growth of juveniles. *J. Exp. Zool.*, 190, 329-340.
- THOMAS (J. D.) et BENJAMIN (M.), 1974 a. — The effects of population density on growth and reproduction of *Biomphalaria glabrata* (Say) (Gastropoda, Pulmonata). *J. Anim. Ecol.*, 43, 31-50.
- THOMAS (J. D.) et BENJAMIN (M.), 1974 b. — Effects of numbers, biomass and conditioning time on the growth and natality rates of *Biomphalaria glabrata* (Say), the snail host of *Schistosoma mansoni* Sambon. *J. Appl. Ecol.*, 11, 823-840.
- THOMAS (J. D.), BENJAMIN (M.), LOUGH (A.) et ARAM (R. H.), 1974. — The effects of calcium in the external environment on the growth and natality rates of *Biomphalaria glabrata* (Say). *J. Anim. Ecol.*, 43, 839-960.
- THOMAS (J. D.), GOLDSWORTHY (G. J.) et ARAM (R. H.), 1975. — Studies on the chemical ecology of snails: the effects of chemical conditioning by adult snails on the growth of juvenile snails. *J. Anim. Ecol.*, 44, 1-27.

- THOMAS (J. D.), GOLDSWORTHY (G. J.) et BENJAMIN (M.), 1975. — Studies on the chemical ecology of *Biomphalaria glabrata*: the effects of chemical conditioning by the snails kept at various densities on their growth and metabolism. *J. Zool. Cond.*, 175, 421-437.
- THOMAS (J. D.) et LOUGH (A.), 1974. — The effects of external calcium concentration on the rate of uptake of this ion by *Biomphalaria glabrata* (Say). *J. Anim. Ecol.*, 43, 861-871.
- THOMAS (J. D.), LOUGH (A. S.) et LODGE (R. W.), 1975. — The chemical ecology of *Biomphalaria glabrata* (Say) the snail host of *Schistosoma mansoni* Sambon: the search for factors in media conditioned by snails which inhibit their growth and reproduction. *J. Appl. Ecol.*, 12, 421-436.
- WEBBE (E.), 1960. — Observations on the seasonal fluctuations of snail population densities in the northern province of Tanganyika. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 54, 54-59.
- WILLIAMS (N. V.), 1970 a. — Studies on aquatic pulmonate snails in Central Africa. I. — Field distribution in relation to water chemistry. *Malacologia*, 10, 153-164.
- WILLIAMS (N. V.), 1970 b. — Studies on aquatic pulmonate snails in Central Africa. II. — Experimental investigation of field distribution patterns. *Malacologia*, 10, 165-180.
- WRIGHT (C. A.), 1956. — A note on the ecology of some molluscan intermediate hosts of african schistosomiasis. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 50, 346-349.
-

PLANCHE I. — En haut : mare de Céligny, au milieu : mangrove de Devarieux, en bas : ravine des Coudes.

PLANCHE II. — En haut : ravine des Coudes (accumulation de *Biomphalaria glabrata* en juillet 1974), au milieu : Grand-Etang, en bas : Usine de Grosse-Montagne.

PL. I

PL. II