

ÉCOLE INTER - ÉTATS DES SCIENCES ET MÉDECINE VÉTÉRINAIRES  
( E . I . S . M . V . )

ANNEE : 1989



N° 6

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR  
FACULTÉ DES SCIENCES ET MÉDECINE  
VÉTÉRINAIRES DE DAKAR  
BIBLIOTHÈQUE

**AMBROSIA MARITIMA, L.**  
(Composeae), molluscicide végétal:  
Essai préliminaire d'application au Sénégal

THESE

présentée et soutenue publiquement le 20 Février 1989  
devant la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar  
pour obtenir le grade de DOCTEUR VETERINAIRE

(DIPLOME D'ÉTAT)

par

**Mamadou DIOUF**

né le 09 Janvier 1959 à DAKAR (Sénégal)



**PRESIDENT DU JURY : M. Ibrahima WONE**

Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

**RAPPORTEUR : M. Joseph L. PANGUI**

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

**MEMBRES : M. Doudou BA**

Professeur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Dakar

**M. Ayayi Justin AKAKPO**

Professeur à l'E.I.S.M.V. de Dakar

ISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT  
\*\*\*\*\*

I.- PERSONNEL A PLEIN TEMPS

1. Anatomie-Histologie-Embryologie

Charles Kondi AGBA	Maître de Conférences
Jean-Marie Vianney AKAYEZU	Assistant
Némé BALI (Melle)	Monitrice

2. Chirurgie-Reproduction

Papa El Hassan DIOP	Maître-Assistant
Franck ALLAIRE	Assistant
Amadou Bassirou FALL	Moniteur

3. Economie-Gestion

N.	Professeur
----	------------

4. Hygiène et Industrie des Denrées  
Alimentaires d'Origine Animale (HIDA OA)

Malang SEYDI	Maître-Assistant
Serge LAPLANCHE	Assistant
Abdoulaye ALASSANE	Moniteur

5. Microbiologie-Immunologie-  
Pathologie Infectieuse

Justin Ayayi AKAKPO	Maître de Conférences
Pierre SARRADIN	Assistant
Pierre BORNAREL	Assistant de Recherches
Lalé NEBIE	Moniteur

6. Parasitologie-Maladies Parasitaires-  
Zoologie

Louis Joseph PANGUI	Maître-Assistant
Jean BELOT	Maître-Assistant
Rasmané GANABA	Moniteur

7. Pathologie Médicale - Anatomie  
Pathologique et Clinique Ambulante
- |                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| Théodore ALOGNINOUWA      | Maître-Assistant   |
| Roger PARENT              | Maître-Assistant   |
| Jean PARANT               | Maître-Assistant   |
| Jacques GODFROID          | Assistant          |
| Yalacé Y. KABORET         | Assistant          |
| Adama OUEDRAOGO           | Moniteur           |
| Dominique LEGRAND (Melle) | Monitrice bénévole |
8. Pharmacie - Toxicologie
- |                    |                  |
|--------------------|------------------|
| François A. ABIOLA | Maître-Assistant |
| Kader AKA          | Moniteur         |
9. Physiologie-Thérapeutique-  
Pharmacodynamie
- |                        |                  |
|------------------------|------------------|
| Alassane SERE          | Professeur       |
| Moussa ASSANE          | Maître-Assistant |
| Hortense AHOUNOU (Mme) | Monitrice        |
10. Physique et Chimie Biologiques  
et Médicales
- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Germain Jérôme SAWADOGO | Maître-Assistant |
| Jules ILBOUDO           | Moniteur         |
11. Zootchnie-Alimentation
- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| Ahmadou Lamine NDIAYE | Professeur            |
| Kodjo Pierre ABASSA   | Chargé d'Enseignement |
| Ely OULD AHMEDOU      | Moniteur              |
- Certificat Préparatoire aux Etudes  
Vétérinaires (CPEV)
- |             |          |
|-------------|----------|
| Amadou SAYO | Moniteur |
|-------------|----------|

II.- PERSONNEL VACATAIRE

\* Biophysique

René NDOYE .....	Professeur Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Mme Jacqueline PIQUET .....	Chargée d'Enseignement Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Alain LECOMTE .....	Maître-Assistant Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP
Mme Sylvie GASSAMA .....	Maître-Assistante Faculté de Médecine et de Pharmacie Université Ch. A. DIOP

\* Botanique

Antoine NONGONIERMA .....	Professeur IFAN - Institut Ch. A. DIOP Université Ch. A. DIOP
---------------------------	---

\* Agro-pédologie

\* Economie générale

Oumar BERTE .....	Maître-Assistant Faculté des Sciences Juridiques et Economiques - Université Ch. A. DIOP
-------------------	---

\* Economie agricole appliquée  
à la production animale

Cheikh LY .....	Docteur Vétérinaire Master en Economie Agricole Chercheur à l'ISRA
-----------------	--

III.- PERSONNEL EN MISSION (prévu pour 1987-1988)

\* Parasitologie

Ph. DORCHIES ..... Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
TOULOUSE (France)

\* Pathologie bovine-Pathologie Aviaire  
et Porcine

J. LECOANNET ..... Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
NANTES (France)

\* Pharmacodynamie Générale et Spéciale

P. L. TOUTAIN ..... Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
TOULOUSE (France)

\* Pathologie Générale-Immunologie

Melle Nadia HADDAD ..... Maître de Conférences Agrégée  
E.N.V. Sidi THABET (Tunisie)

\* Pharmacie - Toxicologie

L. EL BAHRI ..... Maître de Conférences Agrégé  
E.N.V. Sidi THABET (Tunisie)

Michel Adelin J. ANSAY ..... Professeur  
Université de LIEGE (Belgique)

\* Zootecnie-Alimentation

A. FINZI ..... Professeur  
Université de VITERBO (Italie)

PAOLETTI ..... Professeur  
Université de PISE (Italie)

\* Pathologie chirurgicale

L. POZZI ..... Professeur  
Université de TURIN (Italie)

\* Pathologie Médicale

M. BIZZETTI ..... Assistant  
Faculté de Médecine Vétérinaire  
de PISE (Italie)

GUZZINATI ..... Technicien programmeur  
Université de PADOUE (Italie)

.../

\* Sociologie Rurale

GNARI KENKOU ..... Maître-Assistant  
Université du Bénin (Togo)

\* Reproduction

D. TAINTURIER ..... Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
NANTES (France)

\* Physique et Chimie Biologiques  
et Médicales

P. BENARD ..... Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
TOULOUSE (France)

\* Denréologie

J. ROZIER ..... Professeur  
Ecole Nationale Vétérinaire  
ALFORT (France)

\*  
\*\*  
\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*\*  
\*\*\*\*  
\*\*\*  
\*\*  
\*

---

II<sup>o</sup> E

II) E D I E

II E

II R A V A I L . . .

A MON PERE (in memorium)

"Le meilleur cadeau qu'on peut offrir à son enfant, c'est lui donner une bonne éducation". Ton dévouement et tes sacrifices pour cela viennent d'être concrétisés, malheureusement à ton absence.

*Ce travail honore ta postérité  
Que ton âme repose en paix.*

A MES FRERES MOUSSA & BABACAR DIOUF, &  
A MA SOEUR NDEYE COUMBA DIOUF (in memorium)

*Le destin vous a arrachés très tôt de notre affection,  
mais vous resterez toujours parmi nous.*

*Que vos âmes reposent en paix.*

A MA MERE

*Tu nous a surtout marqué par ta bravoure et ton sens  
de responsabilité.  
L'éducation et l'exemple de comportement que tu nous  
as inculqué resteront pour nous les pièces maîtresses  
de la vie.*

*Puisse ce travail être pour toi la  
plus grande récompense.*

A MES FRERES CHEIKH, MAKHTAR & MOUSSA

*Pour leur dire que seul l'effort paye.*

*Puisse ce travail être un exemple pour vous.*

A MON FILS OUSMANE DIOUF

*Sincère amour paternel !*

A MES SOEURS MARGUERITE, AIDA, NDEYE

*Affection et respect*

A MON PERE BOUBACAR DIOP & A TOUTE SA FAMILLE :  
MAMADOU, OUMY, MADY, KOUNTA

*Reconnaissance et Profonde gratitude.*

A MON PERE EL HADJ DAOUDA MBENGUE &  
A MA MERE SEYNABOU DIOP

*Vous avez toujours été pour nous de vrais parents.  
Votre amour pour nous, ainsi que votre dévouement  
pour notre réussite resteront gravés dans notre esprit.*

*Trouvez en ce travail toute notre reconnaissance  
et notre profonde gratitude.*

A TOUTE LA FAMILLE MBENGUE

*La chaleur familiale que vous m'avez offerte  
m'a été d'un apport considérable.*

*Profonde affection et reconnaissance.*

A MA TANTE EMMA NDIAYE & A TOUTE LA FAMILLE :  
GRAND-PERE AUGUSTIN DIOUF, ANTANASS, CHARLES, PIERRE & MARIE

*Vos sacrifices pour ma réussite resteront  
toujours gravés dans ma mémoire.*

*Reconnaissance.*

A TOI NDIOME,

*Exemple d'amour et de fidélité, tu as toujours  
su être présente au moment opportun.*

*Trouve en ce travail nos sentiments  
les plus sincères.*

A MA FILLE SOKHNA NDIAYE

*Affection.*

A MON FRERE PIERRE NDIMO DIOUF ET SA FAMILLE

*Ton exemple et ton rôle dans la famille nous ont toujours marqué.*

*Puisse ce travail constituer pour toi un motif de satisfaction.*

A ABLAYE SOW (in memorium)

*Tu ne seras jamais absent de notre esprit par ton exemple de comportement humain.*

*Que ton âme repose en paix.*

A MON ONCLE CHARLES DIOUF

*Votre discrétion et votre efficacité resteront pour nous des exemples.*

*Profonde gratitude.*

A MES AMIS DU "BLACK EAGLES CLUB" : WAGS, BASS, MOR, ABIB, DOUDOU, ABDOU, ZALE, MANDIONE, ASS, BOUBS, ISO, ALIOUNE & AUX PLUS JEUNES :

*Puisse notre complicité aller en se renforçant.*

A NDIORO SOW, NIANG, NDIAGA & LEURS DAMES

*Sincère Amitié.*

A KHADY DOUKE

*Amitié.*

A MES AMIS DU KRAAL

*Les moments que nous avons passés ensemble durant la vie universitaire resteront toujours gravés dans notre mémoire.*

*Amitié.*

AUX DOCTEURS BABA SALL, BERNARD FAYE, IBRAHIMA DEME

*Amitié.*

---

A MES AMIS : LAMINE LY, MOCTAR CISSOKHO

*Vous êtes des exemples dans notre génération.*

*Puisse notre amitié se renforcer  
au fil des années.*

A KADER, NDIAWAR, RACINE, BASILE & LES AUTRES

*Pour les moments passés ensemble.*

*Amitié.*

A MES FEMMES GOURO, AMI, MARIAMA, NDEYE MAGUETTE,  
RABY, NDEYE SOUKEYE

*Affection.*

A TOUS MES AMIS,

A TOUS CEUX QUI, DE PRES OU DE LOIN, ONT PARTICIPE A CE TRAVAIL,  
EN PARTICULIER A BETTY DIOUF & AU DR. CHEIKH LY

*Sincères remerciements.*

A LA PROMOTION 1987 - 1988

A L'A.E.V.S.

A L'A.E.V.D.

AUX JEUNES DE L'A.S.C. MENGO

A TOUS LES JEUNES DE THIAROYE GARE

A LA JEUNESSE DE MON PAYS

*Pour lui dire que notre tâche est très difficile.*

A TOUS CEUX QUI ONT LA PAIX DANS LE COEUR !

**AU DOCTEUR BELOT**

*Votre rigueur dans le travail n'enlève en rien vos énormes facultés de compréhension et de disponibilité constante. Vous nous avez marqué de votre efficacité et de votre amour pour le travail bien fait.*

*Veillez recevoir nos sincères sentiments de gratitude.*

**AU PROFESSEUR IBRAHIMA WONE**

*Vous nous faites un grand honneur de présider notre Jury de Thèse.*

*Soyez-en remercié.*

**AU PROFESSEUR AYAYI JUSTIN AKAKPO**

*Pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger dans notre Jury de Thèse.*

*Votre amour pour le travail et votre entière disponibilité nous ont toujours impressionnés.*

*Veillez trouver ici l'admiration que nous vous portons et*

*Sincères remerciements.*

**AU DOCTEUR STANY GEERTS**

*Vos séjours à l'EISMV, bien que brefs, nous ont permis tout de même de déceler votre rigueur dans le travail et la clarté de vos enseignements.*

*Votre apport dans ce travail a été considérable, nous vous en remercions infiniment.*

**AU PROFESSEUR DOUDOU BA**

*C'est pour nous un grand honneur de vous compter parmi les membres de notre Jury de Thèse.*

*Profonde reconnaissance.*

**AU PROFESSEUR PANGUI**

*Nous sommes très enchanté de vous avoir comme Rapporteur de notre travail.*

*Vos conseils réguliers nous ont beaucoup aidé dans ce travail.*

*Veillez recevoir nos sincères remerciements.*

II-)

II) / OS

II) / AITRES

ET

II<sup>o</sup> UGES

"PAR DÉLIBÉRATION, LA FACULTÉ ET L'ÉCOLE ONT DÉCIDÉ QUE LES  
OPINIONS ÉMISES DANS LES DISSERTATIONS QUI LEUR SERONT  
PRÉSENTÉES, DOIVENT ÊTRE CONSIDÉRÉES COMME PROPRES À LEURS  
AUTEURS ET QU'ELLES N'ENTENDENT LEUR DONNER AUCUNE  
APPROBATION, NI IMPROBATION".

# S O M M A I R E

INTRODUCTION GENERALE

PREMIERE PARTIE : LES TREMATODOSES ET LEURS VECTEURS AU SENEGAL

CHAPITRE I. : LE PAYS

- I.- LE CLIMAT
- II.- L'HYDROGRAPHIE

CHAPITRE II. : LES MOLLUSQUES D'EAU DOUCE D'INTERET MEDICAL  
ET VETERINAIRE

- I.- CLASSIFICATION
- II.- ECOLOGIE DES MOLLUSQUES
- III.- REPARTITION DES MOLLUSQUES AU SENEGAL.

CHAPITRE III : EPIDEMOLOGIE GENERALE DES TREMATODOSES AU  
SENEGAL

- I.- CLASSIFICATION ET REPARTITION DES TREMATODOSES
- II.- ASPECTS CLINIQUES DES TREMATODOSES
- III.- ASPECTS ECONOMIQUES

CHAPITRE IV : LUTTE CONTRE LES TREMATODOSES ET LEURS  
VECTEURS

- I.- LUTTE THERAPEUTIQUE ET PROPHYLAXIE MEDICALE CHEZ  
LES ANIMAUX
- II.- LUTTE THERAPEUTIQUE ET PROPHYLAXIE MEDICALE CHEZ  
LES HOMMES
- III.- LUTTE CONTRE LES VECTEURS

DEUXIEME PARTIE : AMBROSIA MARITIMA L. (COMPOSEAE), MOLLUSCIDE  
VEGETAL

- I.- GENERALITES
- II.- ASPECTS BOTANIQUES ET PHYTOTECHNIQUES
- III.- UTILISATION EN MEDECINE TRADITIONNELLE
- IV.- LES PRINCIPES ACTIFS MOLLUSCICIDES DE LA PLANTE :  
LES LACTONES SESQUITERPENIQUES
- V.- ACTION MOLLUSCICIDE D'AMBROSIA MARITIMA
- VI.- ACTION OVICIDE D'AMBROSIA MARITIMA
- VII.- TOXICITE AIGUE D'AMBROSIA MARITIMA

TROISIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

- CHAPITRE I : EXPERIMENTATION MOLLUSCICIDE EN LABORATOIRE
- CHAPITRE II : LES SITES SIMULES OU "SIMULATED FIELD SITES"
- CHAPITRE III : APPLICATION D'AMBROSIA MARITIMA DANS LES  
CONDITIONS NATURELLES : OBSERVATIONS  
PRELIMINAIRES A LAMPSAR

RECOMMANDATIONS

CONCLUSION GENERALE

I N T R O D U C T I O N      G E N E R A L E  
\*\*\*\*\*

FACE À LEUR EXPLOSION DÉMOGRAPHIQUE, LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT FAVORISENT LEURS PRODUCTIONS RURALES EN VUE D'ATTEINDRE L'AUTOSUFFISANCE ALIMENTAIRE. LE MANQUE D'EAU NÉCESSAIRE À CETTE POLITIQUE A SUSCITÉ DE VASTES PROJETS D'IRRIGATION EN AFRIQUE SAHÉLIENNE ET AILLEURS DANS LE MONDE.

CES PROJETS DE MISE EN VALEUR DES RESSOURCES HYDRIQUES ONT TENDANCE À DÉGRADER L'ÉCOSYSTÈME PAR LA DESTRUCTION DE L'ENVIRONNEMENT, L'AUGMENTATION DE L'ÉROSION ET L'APPARITION DE BIOTOPES FAVORABLES À LA FAUNE MALACOLOGIQUE ET ENTOMOLOGIQUE. SI LA CONSTRUCTION DE BARRAGES EST NÉCESSAIRE, ELLE A CEPENDANT DES RÉPERCUSSIONS INÉVITABLES SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ PUBLIQUE.

À CET ÉGARD, LA PLUPART DES GASTÉROPODES D'EAU DOUCE JOUENT UN RÔLE IMPORTANT TANT DU POINT DE VUE MÉDICAL QUE VÉTÉRINAIRE CAR ILS CONSTITUENT LES INTERMÉDIAIRES INDISPENSABLES À LA TRANSMISSION DES TRÉMATODOSES.

LE SÉNÉGAL, SUITE À LA MISE EN VALEUR DE LA VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL GRÂCE À LA CONSTRUCTION DES BARRAGES DE DIAMA ET DE MANANTALI, FAVORISE INÉVITABLEMENT DANS CETTE RÉGION LE DÉVELOPPEMENT DE CES TRÉMATODOSES. CES DERNIÈRES EXISTENT D'AILLEURS À L'ÉTAT ENDÉMIQUE DANS D'AUTRES ZONES DU PAYS.

À CAUSE D'UNE ARMATURE SANITAIRE FAIBLE, LE PROBLÈME DES TRÉMATODOSES EST APPRÉCIÉ AU SECOND PLAN PAR RAPPORT À D'AUTRES ENTITÉS MORBIDES PLUS PRÉOCCUPANTES COMME LE PALUDISME.

CEPENDANT, LES MODIFICATIONS ÉCOLOGIQUES ATTENDUES NÉCESSITENT D'ÉTUDE PLUS PRÉCISÉMENT LA LUTTE CONTRE CES TRÉMATODOSES.

AINSI, COMPTE TENU DES DIFFICULTÉS ÉCONOMIQUES DU SÉNÉGAL D'UNE PART, DE LA NÉCESSITÉ DE PARTICIPATION DES POPULATIONS LOCALES À CETTE LUTTE D'AUTRE PART, NOS ESSAIS PRÉLIMINAIRES ÉVALUENT L'EFFICACITÉ D'UN MOLLUSCICIDE VÉGÉTAL - AMBROSIA MARITIMA L. - POUVANT ÊTRE PRODUIT LOCALEMENT PAR CULTURE VILLAGEOISE.

CE TRAVAIL EST DIVISÉ EN TROIS PARTIES :

- LA PREMIÈRE PRÉSENTE RAPIDEMENT LE SÉNÉGAL SOUS LES ASPECTS ÉCOLOGIQUES LIÉS À CES PARASIToses, ÉTUDIE LA RÉPARTITION DES MOLLUSQUES ET DES TRÉMATODOSES DANS LE PAYS ET PASSE EN REVUE LES DIFFÉRENTES MÉTHODES DE LUTTE EN PARTICULIER LES MOLLUSCICIDES UTILISÉS.
- LA DEUXIÈME PARTIE PRÉSENTE LA PLANTE AMBROSIA MARITIMA L. ET SON ACTIVITÉ MOLLUSCICIDE TELLE QU'ELLE A ÉTÉ ÉTUDIÉE ANTÉRIEUREMENT AU SÉNÉGAL ET AILLEURS DANS LE MONDE.
- LA TROISIÈME PARTIE ENFIN, CONSIDÈRE NOTRE ÉTUDE EXPÉRIMENTALE MENÉE AU SÉNÉGAL.  
CETTE EXPÉRIMENTATION PASSE PAR UNE PRÉCISION DE L'ACTIVITÉ MOLLUSCICIDE D'AMBROSIA MARITIMA L. SUR CERTAINS MOLLUSQUES LOCAUX EN LABORATOIRE. CETTE ACTIVITÉ EST ENSUITE APPRÉCIÉE DANS UN SITE EXPÉRIMENTAL ARTIFICIEL DE GRANDE DIMENSION ET PROCHE DES CONDITIONS NATURELLES ("SIMULATED FIELD TRIALS").

ENFIN, UN ESSAI PRATIQUE D'APPLICATION DE LA PLANTE A ÉTÉ MENÉ EN MILIEU NATUREL AU NORD DE LA RÉGION DE SAINT-LOUIS.

.../

P R E M I E R E      P A R T I E

\*\*\*\*\*

LES TREMATODOSES ET LEURS VECTEURS AU SENEGAL

\*\*\*\*\*

## CHAPITRE I.- LE PAYS

\*\*\*\*\*

Le Sénégal désigné par le nom du grand fleuve qui lui sert de frontière avec la Mauritanie au Nord, est situé à l'extrémité Ouest du Continent Africain entre 12 et 16°30 de latitude Nord et 11°30 et 17°30 de longitude Ouest.

Il s'étend sur une superficie de 197.161 km<sup>2</sup>. Le pays presque tout entier est contenu dans la cuvette tertiaire sénégalo-mauritanienne qui s'incline vers l'Ouest, où elle s'enfonce sous la mer à environ 400 km de son bord oriental.

Pour cette raison, le pays est très plat et les reliefs dépassant 100 mètres n'existent qu'au Sud-Est et à l'extrême Ouest du pays. Ils correspondent d'une part à l'apparition de massifs anciens limitant la cuvette à l'Est et, d'autre part aux éruptions volcaniques de la presqu'île du Cap-Vert.

Cependant, malgré cette faiblesse du relief, le climat n'est pas très uniforme (48).

### I.- LE CLIMAT

#### 1.1. Les conditions générales

Les grands traits climatiques sont le résultat conjoint de facteurs géographiques et atmosphériques. Les premiers s'expriment par la latitude qui confère au territoire des caractères tropicaux, et par la position de finistère Ouest-Africain qui détermine les conditions climatiques de la région littorale et de l'intérieur.

Les seconds s'expriment par l'alternance sur le pays de trois masses d'air principales dont les déplacements sont facilités par la platitude du relief.

.../

La première de ces masses d'air est représentée par l'alizé maritime issu de l'anticyclone des Açores. Il souffle du Nord au Nord-Ouest, est constamment humide et frais, voire froid en hiver. Il est marqué par une faible amplitude thermique diurne.

L'harmattan, branche finissante de l'alizé continental saharien est caractérisé par une grande sécheresse liée à son long parcours continental, et par des amplitudes thermiques très accusées. De frais à froid la nuit, il est chaud à torride le jour.

La troisième masse d'air, la mousson, provient de l'alizé issu de l'anticyclone de Sainte-Hélène dans l'atlantique sud. Elle est de faible amplitude thermique, mais son humidité engendre les pluies d'avril à septembre (48).

## 1.2. Les précipitations (Carte n°1, page 5)

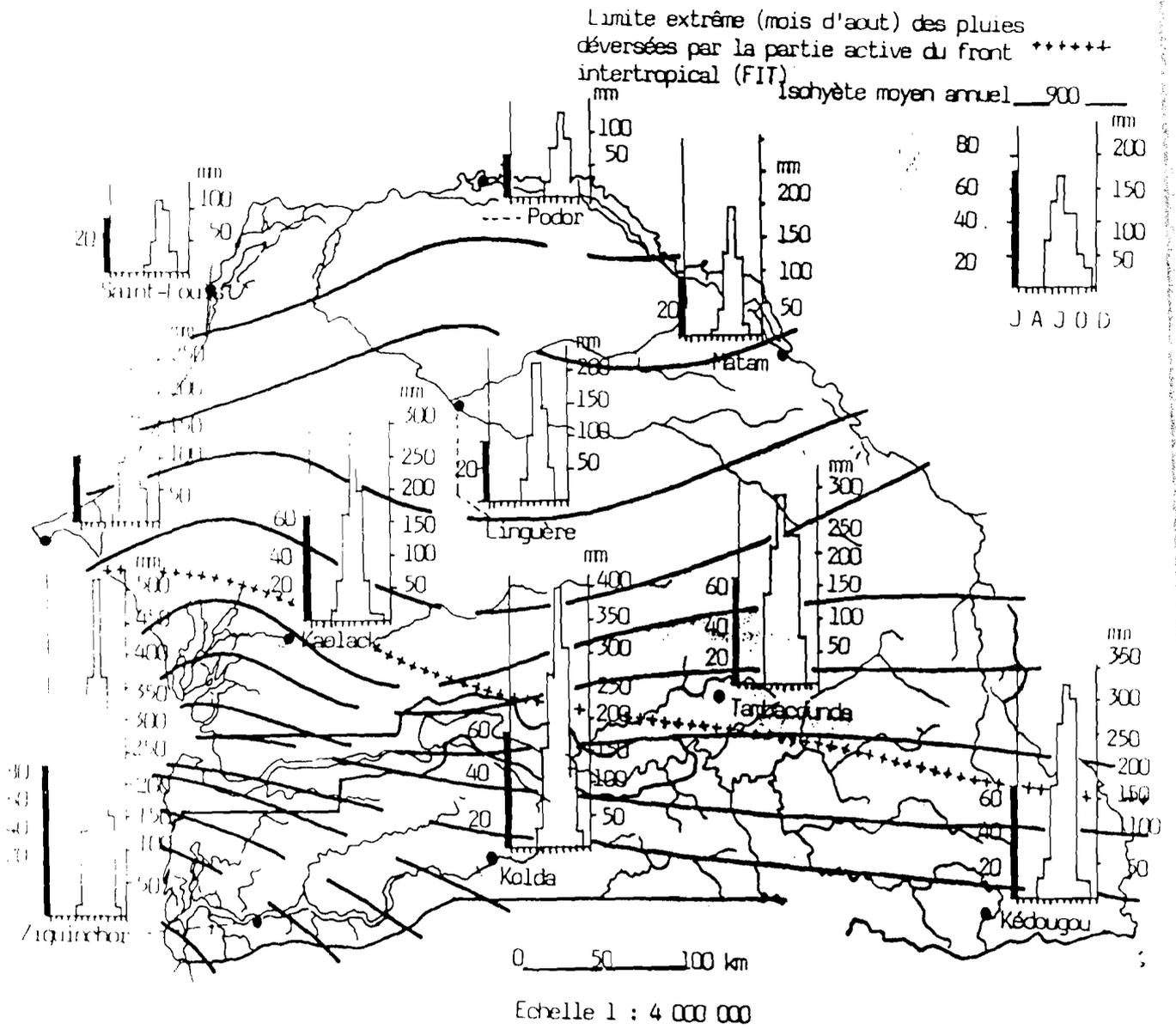
L'année climatique est divisée en deux saisons principales selon le critère pluviométrique.

La saison dite sèche n'est vraiment sèche qu'à l'intérieur du pays. Sur le littoral qui bénéficie d'une humidité relative élevée, il peut se produire au cours de cette saison sèche, des pluies dites de "heug".

La saison des pluies débute au Sénégal Oriental en Avril par l'arrivée de la mousson qui envahit progressivement le pays. Les pluies augmentent d'abord lentement jusqu'au mois d'Aout où elles culminent. En septembre, la diminution est marquée mais elle est ensuite très brutale en octobre.

De manière générale, les pluies décroissent du Sud vers le Nord : Ziguinchor enregistre 1500mm de pluie par an alors que Podor en a 330 mm.

.../



Carte n° 1 : Précipitations moyennes annuelles du Sénégal.

Source : (18).

Le nombre de mois pluvieux varie selon la latitude mais aussi selon le seuil adopté (48). Si l'on prend pour base les précipitations mensuelles supérieures à 10 mm -ce qui est faible- le Nord-Ouest du pays a 4 mois pluvieux tandis que le Sud en possède sept.

Dès que l'on prend pour base 50 mm par mois, le nombre de mois pluvieux passe respectivement à deux et six.

Mais sur la base mensuelle de 100 mm, le Nord ne bénéficie plus que d'un mois pluvieux, tandis que le Sud dispose encore de cinq mois pendant lesquels les précipitations sont supérieures à 100 mm et souvent très supérieures puisque Ziguinchor, par exemple, enregistre 532 mm au mois d'Aout. Cette différenciation en latitude confirme le caractère aléatoire de la pluviométrie dans la moitié septentrionale du pays.

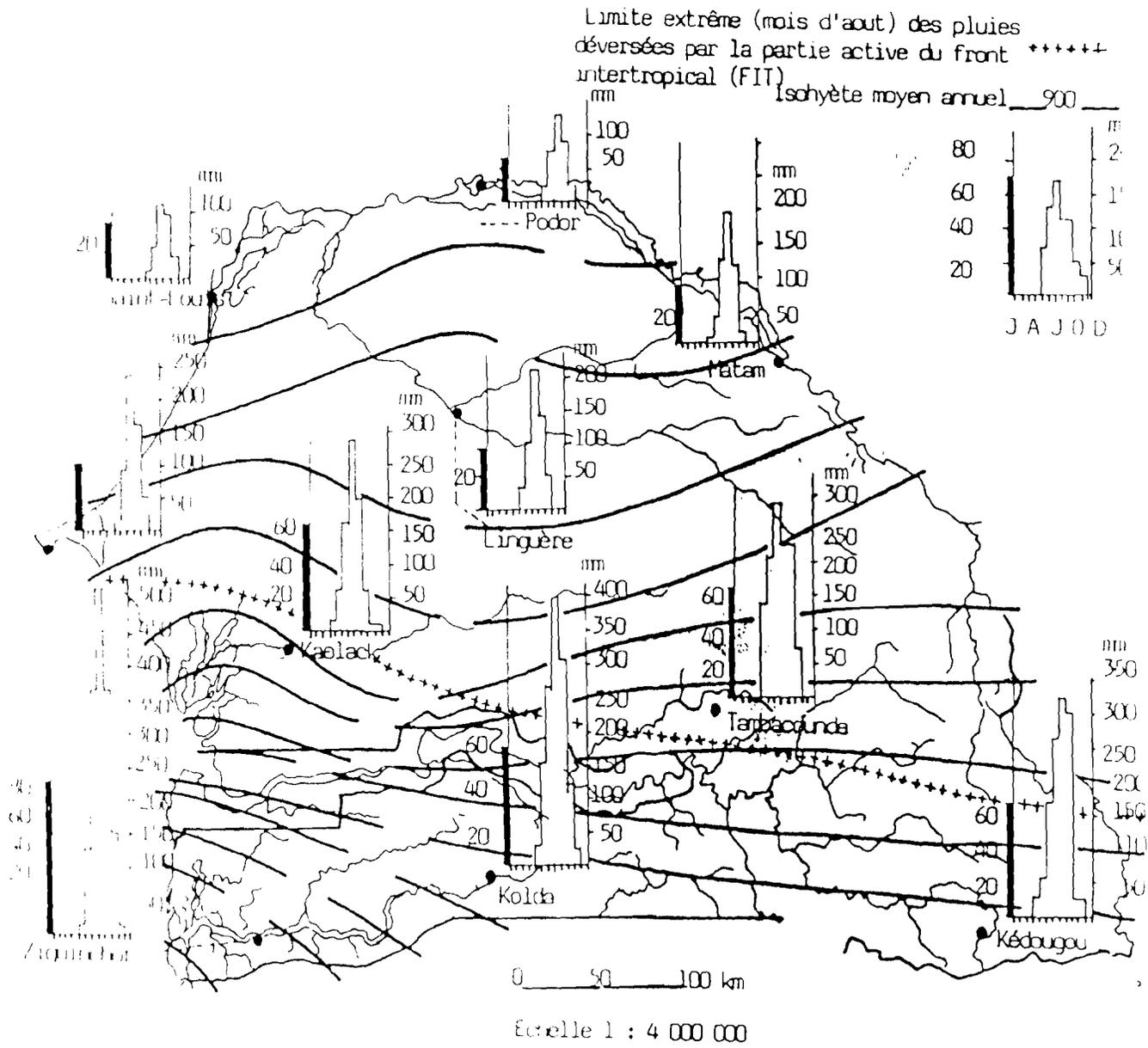
### 1.3. Les températures (Carte n°2, page 7)

Les températures en permanence élevées sont liées à la latitude tropicale du pays. Elles varient dans le temps suivant les saisons grâce aux pluies qui les abaissent et dans l'espace selon la proximité ou l'éloignement de l'Océan Atlantique.

L'amplitude thermique aussi bien diurne qu'annuelle suit la même progression : elle est faible sur le littoral et s'accroît considérablement vers l'intérieur.

Au Nord-Ouest du pays, le régime thermique est unimodal avec un minimum de février (20,4°C à Dakar et 21,2°C à Saint-Louis) et un maximum de Septembre, Octobre (27,5°C à Dakar) (66).

Vers l'intérieur du pays, l'influence continentale décale peu à peu les extrêmes de température.



Carte n° 2 : Températures moyennes annuelles du Sénégal.

Source : 18.)

Le mois de Janvier enregistre les plus basses températures (24,8°C à Kaolack ; 23-24°C dans le Ferlo), tandis que les plus fortes températures sont observées en Avril-Mai et Octobre (28,7°C à Kaolack ; 42,1°C à Matam) (66).

## 11.- L'HYDROGRAPHIE DU SENEGAL (Carte n° 3 page 11)

Plusieurs bassins hydrographiques s'étendent sur le territoire Sénégalais.

Le plus important est celui du cours inférieur du fleuve Sénégal.

La Casamance est un petit fleuve côtier et la Kayanga s'écoule vers la Guinée-Bissau.

La Gambie est un fleuve qui coule sur la majeure partie de son cours dans la république du même nom.

### 11.1. Le fleuve Sénégal

Son bassin couvre une superficie de 345.000 km<sup>2</sup>, s'étendant sur quatre Etats : la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

Le fleuve qui est long de 1750 km prend sa source dans la région de Mamou en République de Guinée où il comporte deux branches-mères : le Bafing qui traverse les contreforts septentrionaux du Fouta Djallon puis le plateau Manding, et le Bakoy, qui vient de la bordure Nord du bassin de Siguiri. Ces deux branches confluent à Bafoulabé. Ainsi constitué, le fleuve Sénégal se dirige vers le Nord-Ouest, avant de décrire à Bakel, une boucle de 500 km de longueur s'achevant dans la région de Saint-Louis.

.../

Son régime est de type tropical pur avec une brève période de hautes eaux de trois mois (juillet, août, septembre) et une longue période d'étiage.

Le débit moyen annuel est de 800 m<sup>3</sup>/s et le débit d'étiage de 2 à 3 m<sup>3</sup>/s (66).

Son principal affluent, la Falémé est long de 400 km et abrite le site de Manantali au Mali.

Ce fleuve est aménagé par la construction des barrages de Diama en 1985 et de Manantali en 1987.

Celui de Diama sert à empêcher la remontée de la langue salée à l'étiage. Le barrage de Manantali régularise les débits en aval pour pallier aux variations inter-annuelles.

Ces barrages permettront l'irrigation de quelques 275.000 ha de terres mais posent déjà des problèmes liés à la modification de l'écosystème tels que l'augmentation de l'érosion (66).

## 11.2. Le fleuve Gambie

Il prend sa source au Fouta Djallon en Guinée et se termine sur l'Atlantique après un parcours de 1.150 km. Son bassin a une superficie de 78.000 km<sup>2</sup>. Seul son cours moyen intéresse le territoire sénégalais. Ses principaux affluents sont le Tiokoye, le Koulountou, le Niokolo-Koba. Son régime est de type tropical de transition.

Dans le cours supérieur à pentes accusées et terrains imperméables, les crues sont brutales. Le plan d'eau peut monter d'une dizaine de mètre à la crue. Dans les cours moyen et inférieur, l'élargissement du lit mineur joint à la faiblesse de la pente provoque un étalement progressif de l'onde de crue. Comme le Sénégal, le cours inférieur de la Gambie est remonté par la marée.

Ce fleuve intéresse aussi le Sénégal par l'aménagement de barrages comme celui de Kekreti, pour empêcher la remontée de la marée et permettre la culture irriguée.

### 11.3. Le fleuve Casamance

Il prend sa source en Haute Casamance, entre Kolda et Vélingara. Long de 300 km, son lit s'élargit en entonnoir à partir de Ziguinchor. La marée remonte son estuaire qui est une ria jusqu'à Sefa. Il est aussi important par la construction de petits barrages comme Afignam et Guidel qui favorisent la riziculture irriguée.

### 11.4. Le Sine et le Saloum

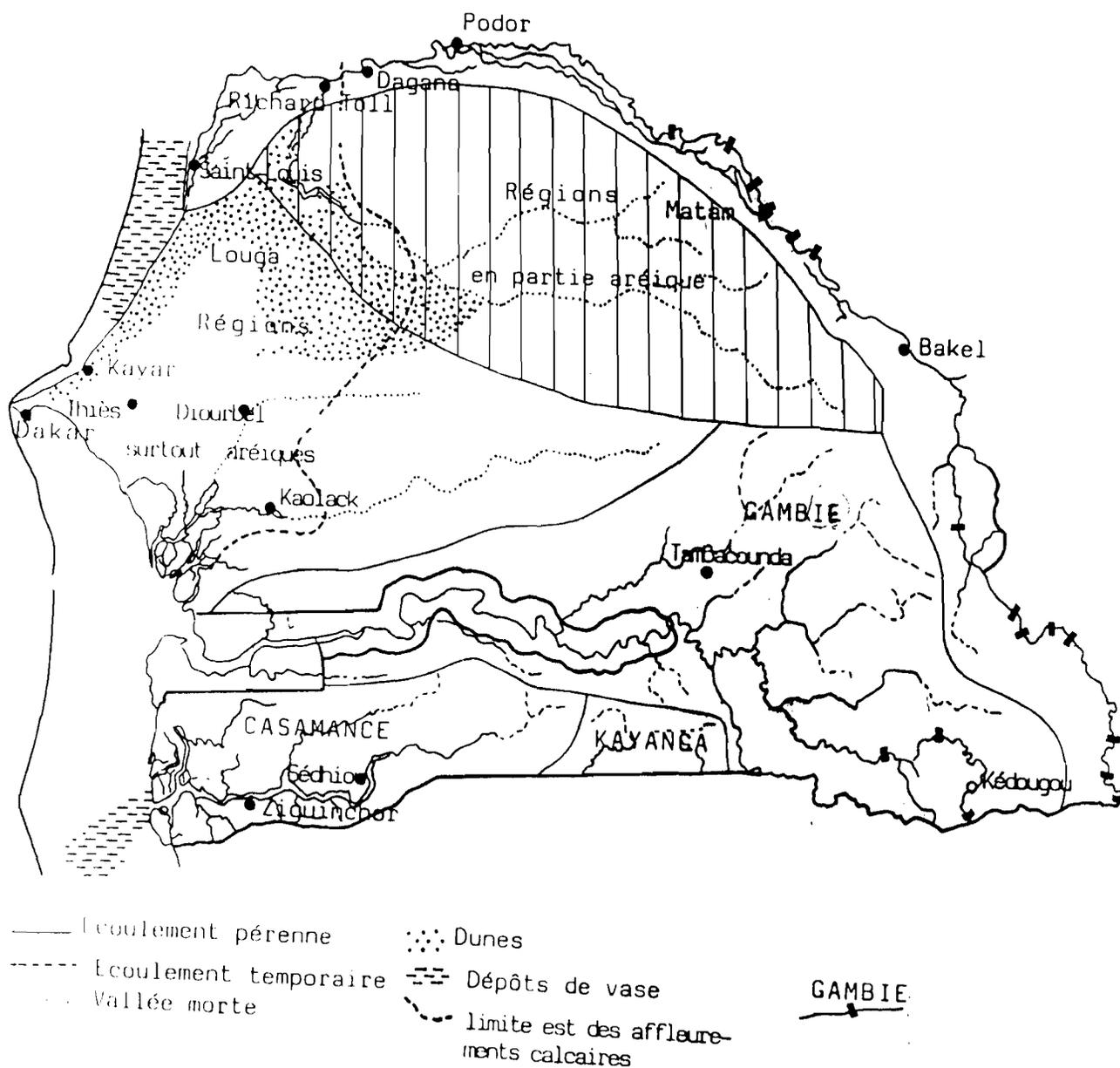
Ce sont d'anciennes vallées envahies par la mer dans leurs cours inférieurs. La marée remonte le Sine jusqu'à la hauteur de Fatick et la vallée du Saloum jusqu'à Kaolack. Ces deux rias se rejoignent dans une zone maritime encombrée de vasières à mangroves et de cordons sableux : les îles Betenti et du Gandoul. Leur écoulement superficiel est sporadique ou nul (66).

### 11.5. Les Niayes

Ce sont des zones engorgées d'eau situées aux alentours de la région de Dakar, près de la Côte Nord.

Pendant la saison des pluies, il y a émergence de la nappe phréatique par endroit, dans les interdunes, formant les mares temporaires.

On y réalise surtout une intense culture maraîchère. Cette hydrographie d'eau douce offre un biotope favorable au développement de plusieurs genres de mollusques gastéropodes.



Carte n° 3 : Hydrographie du Sénégal  
 Source (48)

CHAPITRE II.- LES MOLLUSQUES D'EAU DOUCE D'INTERET  
\*\*\*\*\*  
MEDICAL ET VETERINAIRE  
\*\*\*\*\*

I. CLASSIFICATION ET IDENTIFICATION

Les gastéropodes d'eau douce d'Afrique Occidentale sont divisées en deux sous classes (15).

1.1. Sous classe des Prosobranches

Ils se reconnaissent par la présence d'un opercule et la structure de la radula qui est soit ténioglosse (existence d'une dent latérale, une dent centrale et deux dents marginales), ou plus rarement rhipidoglosse (existence de 5 à 7 dents latérales et une dent centrale) (15).

1.2. Sous classe des Pulmonés

Il n'y a pas d'opercule et la radula est composée de nombreuses dents presque uniformes (15).

Les gastéropodes d'intérêt médical et vétérinaire d'Afrique Occidentale appartiennent exclusivement à la sous-classe des pulmonés avec plusieurs familles.

1.2.1. Famille des physidae

Leur coquille est senestre, ovulaire, acuminée, ordinairement brillante. Le bord du manteau a fréquemment des prolongements qui fonctionnent comme des branchies.

Toutes les dents de la radula ont plusieurs cuspidés rangées transversalement en forme de V. Dans cette famille on ne remarque que le genre Physa mais sans aucun rôle dans la transmission des trématodoses.

### 1.2.2. Famille des Lymneidae

Elle est caractérisée par une coquille dextre et des tentacules courts et trapus. Une seule espèce est connue en Afrique Occidentale, Lymnea natalensis. Elle a une dimension de 23 mm sur 15 mm, ordinairement plus petite. Elle est hôte intermédiaire de Fasciola Gigantica (Figure n°1, page 14).

### 1.2.3. Famille des Planorbidae

C'est la plus importante avec deux sous familles :

#### a)- Sous famille des Planorbinae

Les espèces de cette sous famille possèdent une coquille plate, discoïde ou lentiforme. La coquille semble dextre car elle se présente de telle sorte que le côté représentant la spire (côté apical) est ici le côté inférieur alors que le côté supérieur est celui de l'ombilic. On considère la coquille donc comme dextre (15).

Par contre l'animal est toujours senestre, l'ouverture génital et l'anus sont situés du côté gauche.

Un seul genre important existe en Afrique Occidentale, le genre Biomphalaria comprenant les plus grands planorbes africains et la plupart de ses espèces sont hôtes intermédiaires de Schistosoma mansoni.

Ainsi Biomphalaria pfeifferi est un hôte intermédiaire de Schistosoma mansoni au Sénégal (Fig. n°2, page 14).

.../

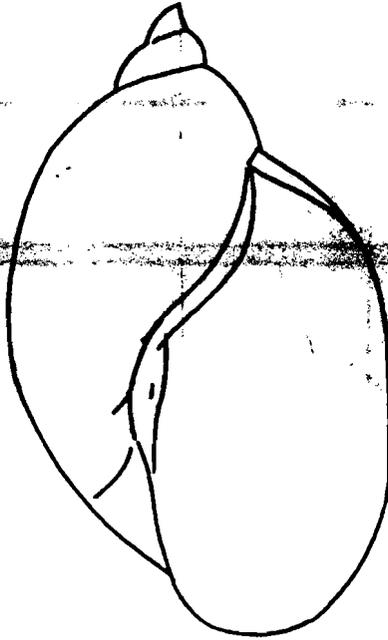


Figure n° 1 :  
Biomphalaria  
Source (15)  
Grossissement x 10

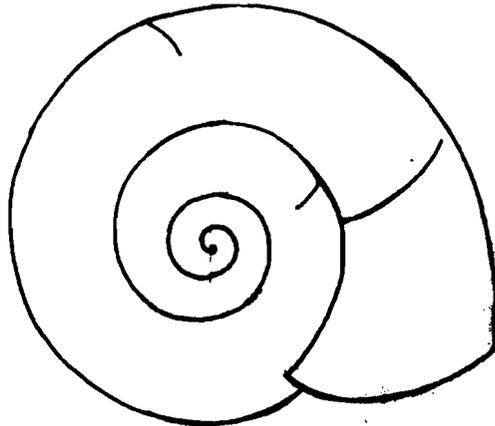
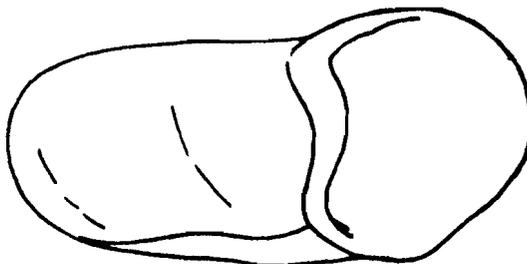


Figure n°2 :  
Biomphalaria pfeifferi  
Source (15)  
Grossissement x 10  
Coup



Coupe transversale

b)- Sous famille des Bulininae

Leur coquille est senestre, plus haute que large, globuleuse ou turriculée et ordinairement avec l'ombilic clos.

Les tentacules sont longs et fins et le sang est rouge. On note la présence d'une pseudo-branchie et les dents de la radula sont en rangées transversales un peu courbes.

Le genre le plus important en Afrique est Bulinus avec 32 espèces dont 9 en Afrique Occidentale (15).

Ils jouent un rôle très important dans la transmission des Schistosomes.

Ainsi, Bulinus globosus est l'hôte intermédiaire de Schistosoma haematobium,

et Bulinus forkalii celui de Schistosoma intercalatum (Fig. n°3 & 4 page 15).

## II.- ECOLOGIE DES MOLLUSQUES

La présence et le développement des mollusques d'eau douce n'est possible que si un certain nombre de conditions optimales sont réunies. Cela explique d'ailleurs les grandes variations observées sur la population de mollusques d'un gîte, en fonction des conditions du milieu.

### II.1. Les facteurs physiques

#### II.1.1. La température

C'est un facteur dont les variations sont bien tolérées par les mollusques (56).

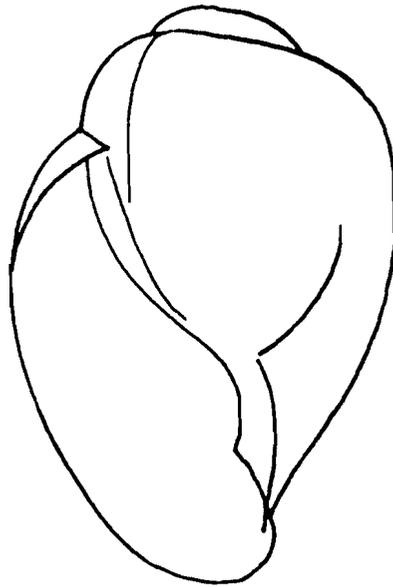


Figure n° 3 :  
Bulinus globosus  
Sources (15)  
Grossissement x 10

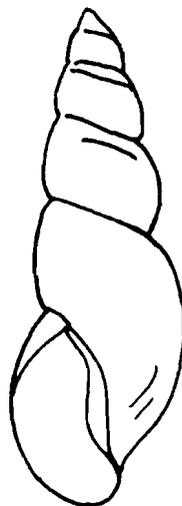


Figure n° 4 :  
Bulinus forskalii  
Source (15)  
Grossissement x 10

L'optimum de température se situe entre 22 et 26°C, le seuil minimum avoisine 18°C et le maximum se situe à 32°C (56).

Sous les latitudes où la saison chaude est plus longue, plusieurs générations de mollusques ont la possibilité de se succéder et la prolifération peut même se poursuivre toute l'année (56).

#### 11.1.2. L'intensité lumineuse

Les bulins et les planorbes africains préfèrent les habitats légèrement ombragés et évitent le contact direct avec la lumière du soleil. Ainsi, ils se cachent sous les feuilles ou les débris flottants.

Ceci est important lors de prospections par temps chaud et ensoleillé.

#### 11.1.3. Les mouvements de l'eau et les crues

Si le rythme et l'amplitude de ces mouvements sont faibles, ils peuvent être favorables aux mollusques en facilitant l'oxygénation du milieu.

Cependant, des vagues violentes leur sont généralement défavorables (56).

Les mollusques hôtes intermédiaires préfèrent l'eau stagnante ou à courant lent. La rapidité du courant semble empêcher l'établissement de colonies proliférantes en les balayant, en gênant la croissance des plantes aquatiques et en réduisant les possibilités d'alimentation et de reproduction de ces mollusques.

Les crues semblent être défavorables aux mollusques par augmentation du volume d'eau du gîte et du courant mais aussi par la baisse de la température en dessous du seuil d'activité (inférieur à 18°C) (56).

#### 11.1.4. La profondeur de l'eau

Généralement, les mollusques qui transmettent les trématodoses se rencontrent dans les eaux peu profondes près de la surface.

Dans la nature, il est rare de les trouver à des fonds excédant 1,5 à 2 mètres (56).

Ce phénomène semble être lié aux conditions de nourriture car les algues vertes et la végétation enracinée n'existent que sur une profondeur de deux mètres dans la plupart des habitats naturels des mollusques (56).

#### 11.2. Les facteurs chimiques

##### 11.2.1. La salinité

Les mollusques peuvent supporter une teneur en NaCl allant jusqu'à 25 g/l. Cependant une teneur en sel supérieure à celle-ci détruit la population malacologique.

Ils ont besoin d'un minimum de calcium pour élaborer leur coquille. Certains sels minéraux sont toxiques pour ces mollusques (sel de baryum, de nickel et de zinc). Une augmentation soudaine de la teneur en chlorure des eaux peut tuer suffisamment d'oeufs et de jeunes mollusques freinant ainsi leur prolifération.

##### 11.2.2. Le pH

Les mollusques hôtes intermédiaires des trématodes tolèrent une gamme variée du pH de l'eau. Ils se rencontrent dans des collections d'eau naturelles où le pH varie entre 4,8 et 9,8 (56). A l'intérieur de ces limites, les variations de pH n'exercent aucun effet néfaste sur la densité des populations de mollusques.

### 11.3. Les facteurs biologiques

Les plantes aquatiques constituent un élément important dans l'habitat des mollusques car elles jouent les rôles de support, de protecteur et d'aliment.

Les bulins semblent dépendre un peu plus de la végétation aquatique que les planorbes. Cependant, les uns et les autres peuvent subsister en l'absence d'une telle végétation pourvu qu'ils disposent d'autres matières alimentaires.

Parmi les plantes aquatiques qui conviennent le mieux aux mollusques figurent les nymphéacées (*Nymphaea micranta*), les pistias, les potamots et les myriophylles.

Certaines espèces végétales par contre leur sont nuisibles. Ce sont les saponaires, balanites, eucalyptus et tephrosias (56).

L'étude de ces différents facteurs et leur influence sur la vie des mollusques montre que les trématodoses sont des maladies épidémiologiquement liées aux conditions du milieu.

C'est la raison pour laquelle, toute action de lutte contre ces maladies, qui se veut efficace, doit nécessairement passer par une connaissance parfaite de la répartition des mollusques et de leur dynamique de population.

### III.- REPARTITION DES MOLLUSQUES AU SENEGAL

Si les trématodoses n'ont pas été jusque là des maladies préoccupantes au Sénégal, elles ont quand même fait l'objet d'études depuis longtemps.

C'est ainsi qu'en 1757, Adamson signale la présence de mollusques du genre Bulinus au Sénégal (44).

En 1908, Bouffard et Neveux mettent en évidence la présence de Schistosoma haematobium près de Bakel (12).

Puis en 1912, Bouet et Roubaud découvrent Schistosoma mansoni en Casamance (11).

L'exposé des premiers résultats d'enquêtes malacologiques est le fait de Léger en 1923 (44).

Par la suite, de nombreux travaux ont été réalisés notamment par les équipes de Larivière (41) et Diallo (42). Ils ont montré que les trématodoses existent sur l'ensemble du territoire avec une intensité variable, le long des principaux cours d'eau et au voisinage des marigots.

A partir de 1960, des enquêtes malacologiques systématiques ont été menées.

Dans la région de Casamance, Grétilat montre que dans le fleuve Casamance et ses affluents, il existe une importante faune malacologique représentée par Biomphalaria pfeifferi, Bulinus guernei, Bulinus senegalensis, Lymnea natalensis et Asinus sp. (36).

Une autre étude menée par cet auteur a révélé l'existence de Bulinus jousseaumei trouvé en abondance sous les feuilles et les tiges des nymphéa (34).

Dans la région de Kolda, le même auteur montre qu'à Vélingara, les espèces les plus communes sont Bulinus guernei et Biomphalaria pfeifferi (36).

Par la suite, dans une étude épidémiologique des trématodoses dans cette région, Diaw signale l'existence de Bulinus truncatus dans les mares et les marigots (19).

Dans la région du Sine Saloum, Grétilat signale l'existence de Bulinus senegalensis en grand nombre dans les mares non permanentes et les marigots, alors que Lymnea natalensis est rencontrée dans les gros ruisseaux et les affluents du fleuve Gambie (36).

Dans la région de Thiès, Grétilat montre que beaucoup de marigots permanents sont des gîtes de Lymnea natalensis, Biomphalaria pfeifferi, Bulinus guernei et Bulinus senegalensis.

Dans la région de Dakar, le même auteur signale la cohabitation de Lymnea natalensis avec Biomphalaria pfeifferi et Bulinus senegalensis dans les mares permanentes, notamment à Sangalkam (36).

Au Sénégal Oriental, une enquête sur l'épidémiologie de la bilharziose vésicale menée par Grétilat montre que la faune malacologique est représentée par deux espèces de Bulins, Bulinus guernei et Bulinus senegalensis. Elle montre aussi que ces deux espèces vivent essentiellement dans les points d'eau non permanents et les marigots et mares permanents alimentés par une source et conservant de l'eau toute l'année (35).

En 1987, Vercruysse, Rollisson et al (64) ont signalé à Sintiou Meleme, la présence de Bulinus umbilicatus dans les eaux douces.

Les études malacologiques les plus importantes et les plus récentes ont été réalisées dans la région du Fleuve. Ceci en raison des nombreuses transformations hydro-agricoles qui modifient fortement la faune malacologique.

En 1977-78, dans un rapport "spéciale bilharziose" dans la vallée du fleuve Sénégal, un groupe d'experts de l'O.M.V.S. présente une distribution des mollusques dans plusieurs zones de Dakar-Bango à Matam. Ces données sont regroupées au tableau n°1 page 21 (60).

L'observation de ce tableau montre la plus grande fréquence de Bulinus guernei. Le site le plus prolifique pour cette espèce est le canal de Dakar-Bango où l'on retrouve d'autres espèces comme Lymnea natalensis et Bulinus forskalii. Cette espèce montre une variation de la densité en fonction des moments d'inondation des sites. Elle n'existe pas dans les dépressions latéritiques qui tarissent en saison sèche.

SITES	Juillet			Aout			Septembre			Octobre			Novembre			Décembre			Janvier			Février			Mars								
	Bg	BF	BS	Bg	BF	BS	Bg	BF	BS	Bg	BF	BS	Bg	BF	BS	Bg	BF	BS	Bg	BF	BS	Bg	BF	BS	Bg	BF	BS	Bg	BF	BS			
Dakar Bango	426	2	0	650	0	0	196	0	0	110	0	0	214	0	0	176	0	0	252	0	0	336	0	0	249	0	0						
Makhane	-	-	-	3	3	0	6	86	0	12	0	0	2	12	0	30	20	0	20	0	0	4	2	0	4	0	0						
Lampsar	0	0	0	2	8	0	16	50	0	16	134	0	16	26	0	56	1	0	206	6	0	124	0	0	28	0	0						
Pakh	0	0	0	0	0	0	92	84	0	30	10	0	148	12	0	84	4	0	128	0	0	21	0	0	12	12	0						
Raffinerie de Richard-Toll	348	0	0	82	0	0	42	2	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	96	6	0	0	0	0	-	-	-						
Eaux & Forets	-	-	-	0	2	0	0	0	0	0	58	0	0	66	0	9	15	0	8	27	0	60	16	0	128	4	0						
Guédé chantier	2	12	6	0	0	0	0	10	0	0	25	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0						
Dounga Oura Alfa	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Ourossoqui aéroport	-	-	-	0	0	63	0	0	232	1	200	*	-	-	-	0	0	61	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
Matam	0	0	0	0	0	21	0	0	258	0	0	18	0	0	8	0	0	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-						
TOTAL	776	14	6	737	13	84	352	232	502	169	427	58	414	116	0	355	22	101	710	39	0	545	18	0	421	16	0						
	Bg = <u>Bulinus guernei</u>			BF = <u>Bulinus forskalii</u>			BS = <u>Bulinus senegalensis</u>																										

\* Plus de 100 sujets jeunes ont été trouvés dans une boîte métallique.

Tableau n° 1 : Densité de la population de mollusques (Nombre de mollusques prélevés par heure et par homme).

Source : (60)

Bulinus forskalii a été retrouvé aussi dans presque tous les sites avec une prévalence maximale après les pluies.

Quant à Bulinus senegalensis, il est surtout présent dans les dépressions en latérite qui tarissent pendant la saison sèche.

Bulinus globosus a été prélevé dans les petites mares de la plaine d'inondation entre Matam et Ourossogui (60).

Le planorbe Biomphalaria pfeifferi a été trouvé uniquement à Dakar-Bango et à Pakh (60).

Pour Lymnea natalensis, il existe dans presque tous les sites prospectés.

En 1980, dans une étude de la répartition des mollusques d'eau douce dans le delta du Sénégal et le lac de Guiers, Diaw a trouvé 9 espèces de pulmonés (21).

Bien que n'ayant pas exploré les mêmes sites, cet auteur confirme la plus grande fréquence de Bulinus guernei (3500 spécimens sur les 4035 pulmonés récoltés, soit 86,74 p. cent), ainsi que sa présence dans les points d'eau permanents.

Toutes les autres espèces précitées ont été retrouvées mais avec une fréquence moindre.

Ainsi, Bulinus forskalii est l'espèce la plus représentée après Bulinus guernei (avec 250 specimens soit 6,19 p.cent), Bulinus senegalensis (80 specimens soit 1,98 p.cent), Bulinus jousseaumei (20 specimens soit 0,49 p.cent) et Bulinus globosus (15 specimens soit 0,37 p.cent) ont été aussi récoltés.

Lymnea natalensis (40 specimens soit 0,99 p.cent) se rencontre surtout au niveau de Dakar-Bango.

Les rares Biomphalaria pfeifferi (20 specimens soit 0,49 p.cent) ont été récoltés à Dakar-Bango et dans le lac de Guiers (21).

.../

L'étude la plus récente est le fait de Verduyssen et al (84) qui, en 1985, ont réalisé des prospections dans la même zone. Ils ont ainsi montré que trois mollusques étaient fréquents : Bulinus guernei vivant dans les habitats permanents, Bulinus senegalensis qui existe dans les bassins latéritiques à la partie orientale de la moyenne vallée et aussi dans les champs de riz de Guédé chantier et de Lampsar et enfin Bulinus forskalii trouvé en petit nombre dans le lac de Guiers et à Richard-Toll.

L'étude de ces différentes répartitions montre une grande variabilité dans le peuplement des mollusques. Ces variations sont surtout liées à la saison, à la nature de l'habitat et aux espèces de mollusques.

C'est ainsi que les différents auteurs s'accordent sur le fait que Bulinus guernei vit essentiellement dans les habitats permanents alors que Bulinus senegalensis fréquente les sols latéritiques à assèchement saisonnier.

En ce qui concerne les autres régions du Sénégal, des études malacologiques plus récentes et plus fouillées devraient être menées.

Pour la région de Saint-Louis, la mise en fonction du barrage de Diama (1985) a certainement modifié le paysage, ce qui nécessite une étude systématique pour évaluer les premiers effets de ces perturbations.

.../

CHAPITRE III.- EPIDEMIOLOGIE DES TREMATODOSES AU SENEGAL

\*\*\*\*\*

I.- CLASSIFICATION ET REPARTITION DES TREMATODOSES

La répartition des mollusques ne se superpose pas exactement à celle des trématodoses au Sénégal.

En effet, l'établissement de ces maladies nécessite trois facteurs :

- une eau de surface abritant un hôte intermédiaire spécifique,
- une population humaine ou animale qui, par les urines ou les fécès des infestés, évacuent dans l'eau des oeufs fécondés,
- enfin, un contact entre l'homme et/ou l'animal avec l'eau permettant la contamination.

A cet égard, Vercruyssen et al (84) ont montré, par infestation expérimentale, l'incompatibilité de Schistosoma curassoni avec Bulinus guernei. Alors que cette espèce est compatible avec Bulinus senegalensis.

Dans le rapport "spéciale bilharziose" de l'O.M.V.S. (60), les experts signalent une forte compatibilité à Lampsar entre Schistosoma haematobium et les souches de Bulinus guernei et Bulinus jousseaumei présentes sur le site.

Au Ghana, Mc Cullough (50) a révélé qu'il n'y a compatibilité de Bulinus globosus qu'avec les souches de Schistosoma haematobium originaires du site de Pokoase (ville située à 30 km du littoral). Tandis que Bulinus truncatus est compatible avec les souches de Schistosoma haematobium originaires du village de Ke en bordure du fleuve Volta.

.../

Ces travaux ont été confirmés par Papern (61) qui signale une incompatibilité entre les souches de Bulinus globosus originaires de Pokose et celles de Schistosoma haematobium provenant du delta du fleuve Volta.

Un autre facteur très important pour l'établissement du cycle de transmission est le rôle du pH sur le miracidium. En effet, pour que ce dernier puisse être un agent de contamination du mollusque, il faut qu'il survive assez longtemps pour le trouver et qu'il soit suffisamment vigoureux pour y pénétrer.

D'après LO (46), lorsque le pH du milieu est de 5, les miracidia de Schistosoma haematobium nagent normalement pendant une minute. Cinquante pour cent des sujets se sont arrêtés au bout de 3 minutes ou nagent anormalement. La période léthale est atteinte au bout de 5 à 22 minutes.

Dans les conditions normales, le temps moyen de survie du miracidium est de 24 heures.

L'intervention de tous ces facteurs permet aux trématodoses d'être absentes là où existent des mollusques hôtes intermédiaires.

Au Sénégal, DIAW (18) a passé en revue le rôle spécifique des différentes espèces de mollusque d'eau douce dans la transmission des trématodoses. Ces données sont regroupées au table n°2, page 27.

Ces mollusques assurent ainsi lorsque toutes les conditions sont réunies, la transmission des trématodoses dont les plus importantes sont les Schistosomiasis humaines et la fasciolose animale (Fig. 5, 6, et 7, pages 28 & 29).

Au Sénégal, l'existence de trématodoses humaines a été signalée depuis 1757 par ADAMSON (44).

Une étude récente de leur répartition est mentionnée dans l'Atlas de la répartition des Schistosomiasis (24) (Carte n°4, page 30).

MOLLUSQUES HOTES INTERMEDIAIRES	ESPECES PARASITES TRANSMISES
Bulinus globosus	Schistosoma haematobium Schistosoma curassoni Schistosoma bovis
Bulinus truncatus	Paramphistomum microbothrium
Bulinus umbilicatus	Schistosoma haematobium Schistosoma curassoni
Bulinus forskalii	Paramphistomum phyllerouxi Schistosoma bovis Gastrodiscus aegyptiacus
Bulinus senegalensis	Schistosoma haematobium
Biomphalaria Pfeifferi	Schistosoma haematobium
Gyraulius costulatus	Carmyerius exoporus
	Fasciola gigantica

TABLEAU N° 2 : Rôle épidémiologique des mollusques dans la transmission des trématodes humaines et animales au Sénégal.

Source : (14)

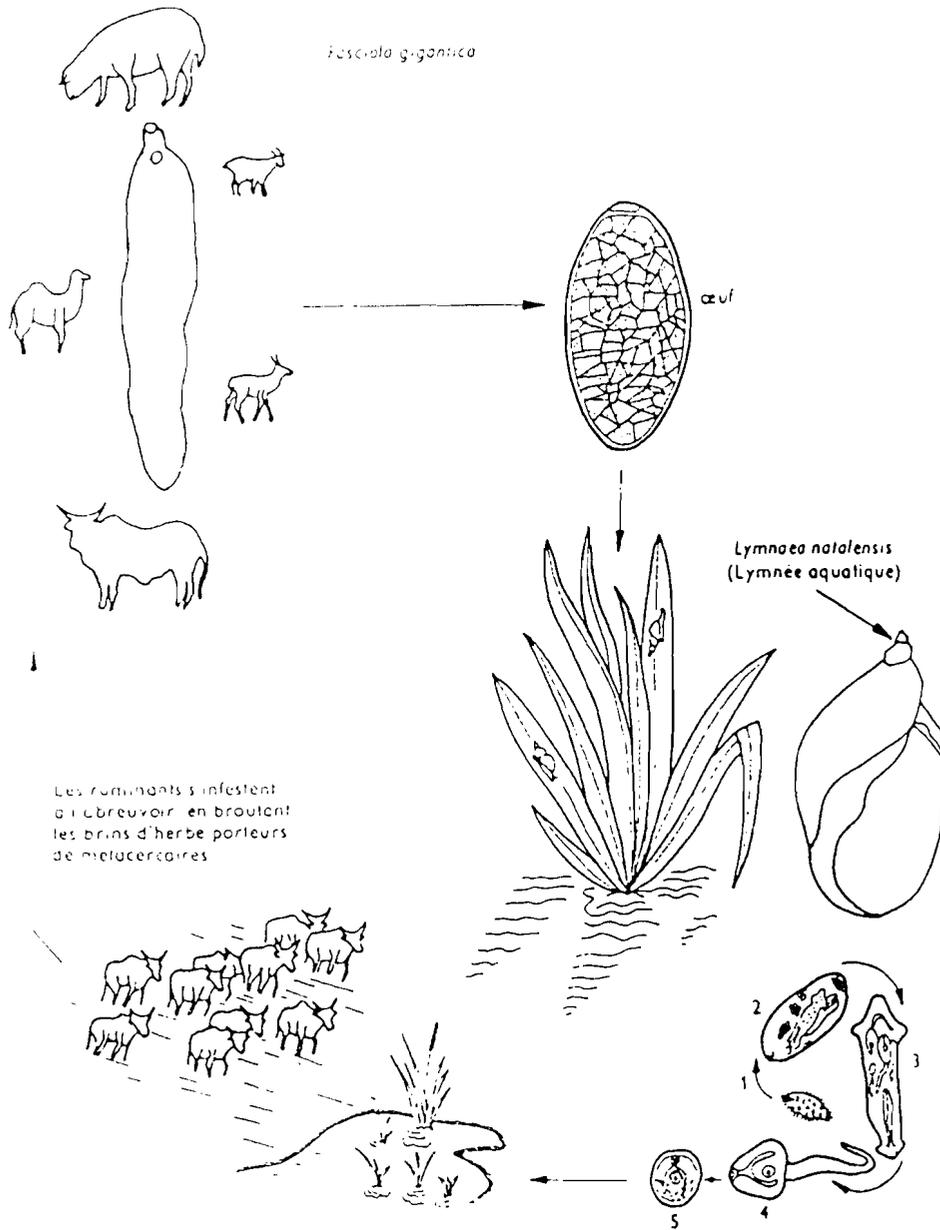


Figure n° 5

— La fasciolose : cycle biologique du parasite.

Source (80)

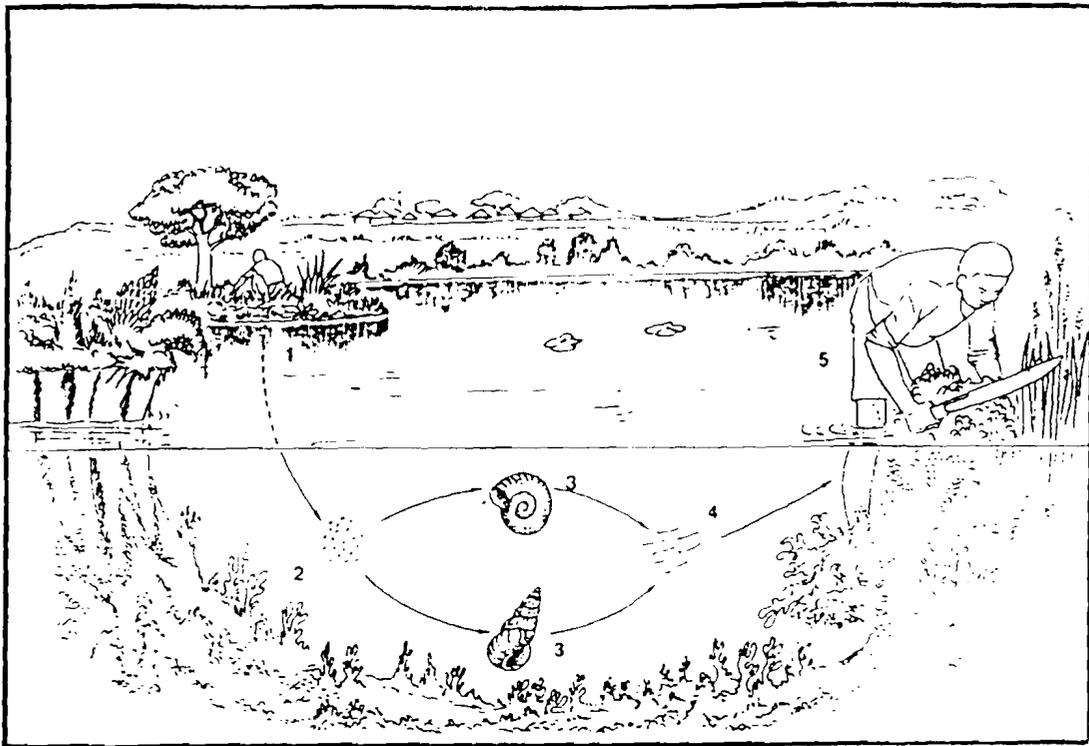


Figure n°6 : Cycle de la Bilharziose intestinale à *S.mansoniet*  
*S. intercalatum*

- 1 - Homme malade disséminant les œufs des parasites par les selles
  - 2 - Œufs et miracidiums
  - 3 - Planorbe et Bulin
  - 4 - Furcocercaires
  - 5 - Homme sain se contaminant
- Encyclopédie Médicale de l'Afrique, Edition Larousse, 1986.

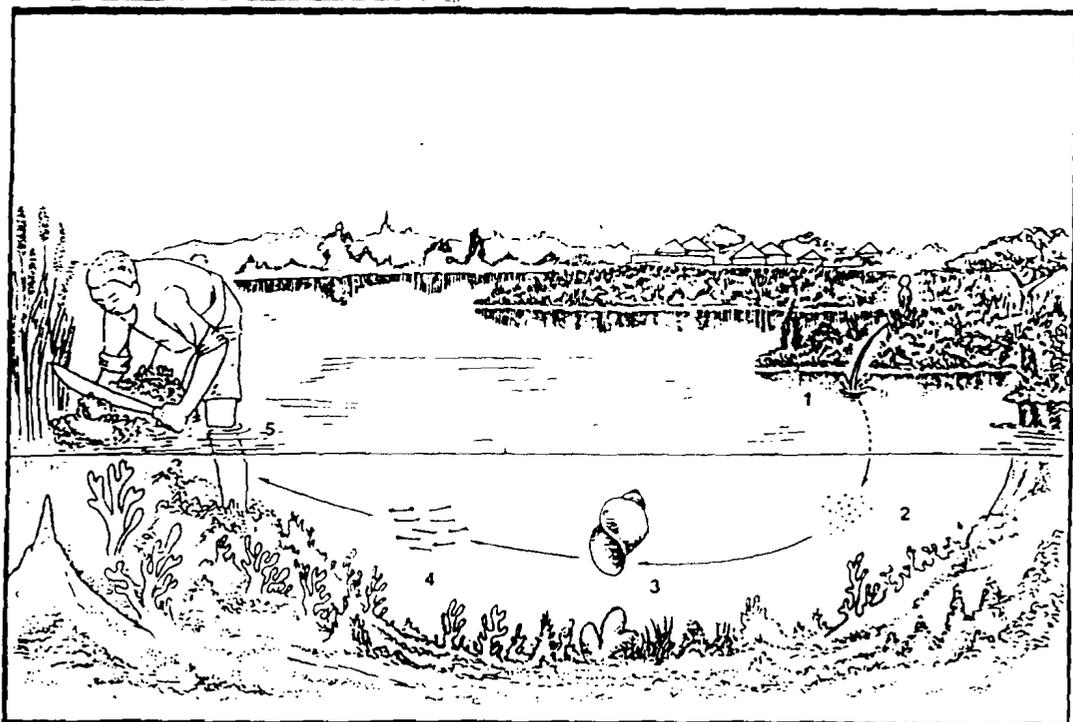
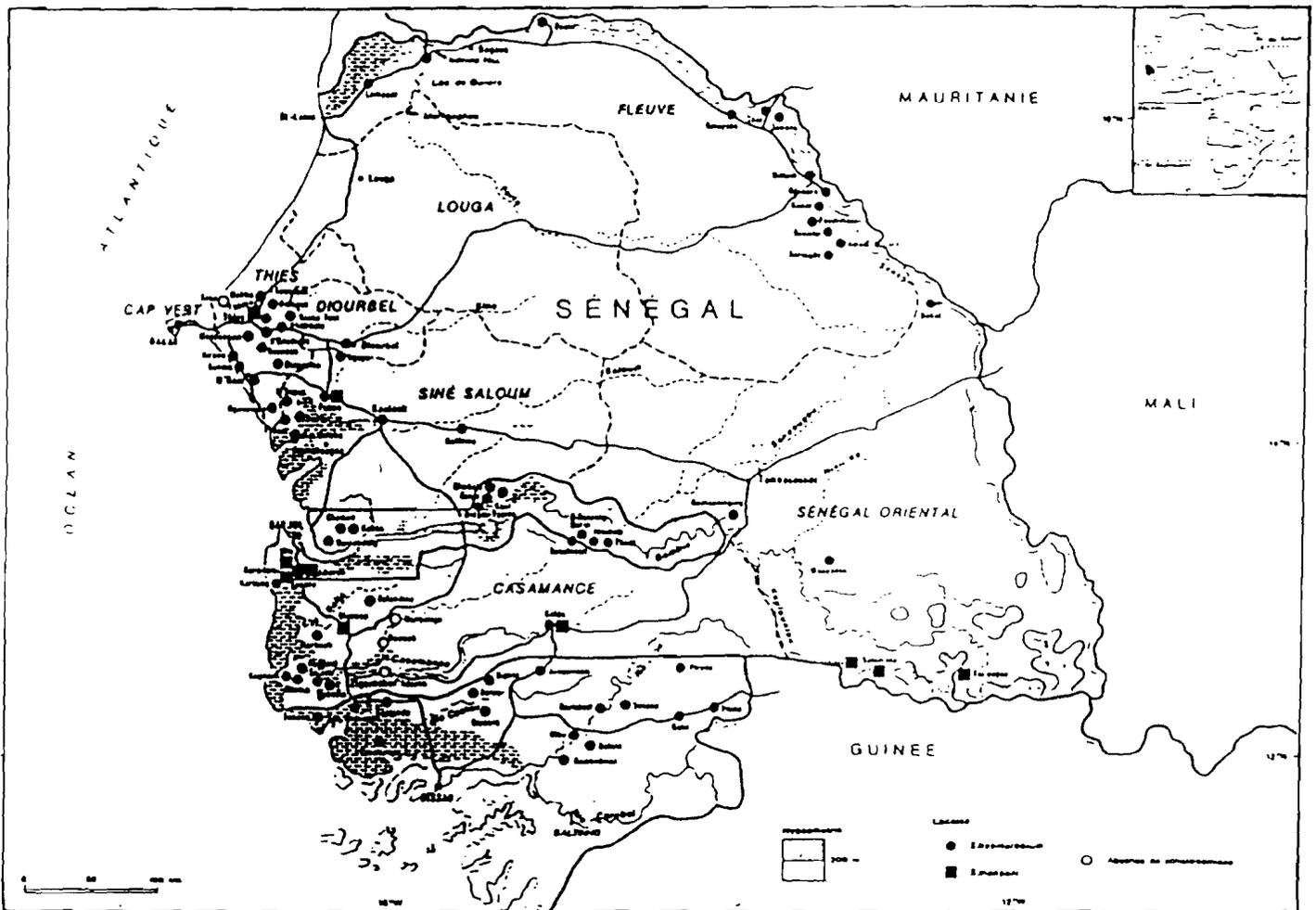


Figure N° 7 : Cycle de la Bilharziose urinaire à *S. haematobium*  
Source(24)

- 1 - Homme malade disséminant les œufs des parasites par les urines
- 2 - Œufs et miracidiums dans l'eau
- 3 - Bulin , hôte Intermédiaire du parasite
- 4 - Furcocercaires
- 5 - Homme sain s'infestant



Carte n° 4 :  
Répartition de la bilharziose  
au Sénégal.

Source : (74)

Ainsi, ces Schistosomiasés humaines sont réparties le long des fleuves et cours d'eau avec une plus grande prévalence à l'Ouest dans les régions de Dakar, Thiès et Ziguinchor ainsi qu'au Nord-Ouest dans la région du Fleuve.

Seul le centre du pays, en particulier la zone sylvopastorale semble être indemne de ces maladies.

On note aussi une plus grande prévalence de Schistosoma haematobium par rapport à Schistosoma mansoni.

En ce qui concerne les trématodoses animales, leur répartition a surtout été étudiées par Diaw (19,20) et Vercauysse et al (84) qui ont signalé l'existence de ces maladies dans plusieurs régions du pays avec des prévalences et des taux d'infestation variables.

Ainsi, dans la région de Kolda, Diaw signale un pourcentage d'infestation des animaux par ces différentes trématodoses. Ces données sont regroupées au tableau n°3, page 32.

Il montre ainsi que ces taux varient de 17,82 p.cent pour la fasciolose des bovins à 63,36 p.cent pour la paramphistomose des bovins, et de 5 à 10 p.cent de ces maladies chez les petits ruminants (19).

Le même auteur a étudié l'épidémiologie des Schistosomiasés du bétail dans les différentes régions du Sénégal.

Ces données sont regroupées au tableau n°4, page 33.

A l'examen de ce tableau, il ressort que le pourcentage d'infestation par Schistosoma bovis est beaucoup plus élevé (58,8 p.cent dans la région de Kolda) que celui de Schistosoma curassoni (3,09 p.cent dans la même région) chez les bovins. Les mêmes espèces sont retrouvées chez les ovins et caprins mais avec des pourcentages plus faibles (0 à 10,58 p.cent).

Une autre étude menée dans la région du Fleuve par le même auteur (19) révèle un taux d'infestation des animaux de 15 p.cent pour la fasciolose et 50 p.cent pour la paramphistomose.

Parasitoses	Taux d'infestation (p.cent)	
	Bovins	Ovins - caprins
Fasciolose	17,82	5
Schistosomiases	53,46	5
Dicrocoeliose	38,61	0
Paramphistomoses	63,36	10

TABLEAU N° 3 : Pourcentage d'infestation des ruminants  
par les differents trématodes à Kolda.

REGIONS		TAUX D'INFESTATIONS (p. cent)			
		BOVINS		OVINS-CAPRINS	
		S. bovis	S. curassoni	S. bovis	S. curassoni
Kolda	1977-80	16 à 20		0	0
	1984	58,8	3,09	0	0
	1985	40,6	3,24	0	8,76
	1986	49	4,45	0	5
Dakar	1977-80	4,75		10,58	
	1985	1,45	4	10,3	
St. Louis	1977-80	20,86		0	0
Kaolack	1977-80	21		0	0
Tambacounda	1977-80	15,40		0	0

TABLEAU N° 4 : Taux d'infestation du bétail par Schistosoma bovis et Schistosoma curassoni au Sénégal.

Source : (21)

Vercruyse et al (84) ont surtout étudié le taux d'infestation des animaux par les Schistosomes.

Ils montrent ainsi que dans la région du Fleuve, le taux d'infestation des bovins par les deux Schistosomes est de 80 p.cent.

A Dakar, ils signalent une prévalence totale de 2,1 p.cent chez les ovins et caprins abattus dont 97,3 p.cent d'infestations dues à Schistosoma curassoni et 2,7 p.cent aux deux espèces associées.

A quelques localités près, ces trématodoses sont représentées dans toutes les régions du Sénégal mais à des niveaux variables. Cependant, leurs diverses incidences sont très importantes.

## II.- ASPECTS CLINIQUES DES TREMATODOSES

### II.1. Chez l'animal

#### II.1.1. La fasciolose

Elle est due à la présence dans les canaux biliaires des bovins et des ovins, de douves, vers plats, allongés, brun-rougeâtres. Le cycle évolutif passe par des mollusques pulmonés du genre Lymnea (51).

Sur le plan symptomatique, la fasciolose exprime deux types de maladies, l'une correspondant à la phase de migration des douves immatures, l'autre à la phase de développement des vers adultes dans les canaux biliaires.

#### a)- Migration des douves immatures (dure huit semaines)

Elle se produit un peu après l'infestation, c'est-à-dire pendant la saison sèche, de Janvier à Avril ou Mai.

On distingue :

la forme aigue traduit une infestation massive, par exemple par l'ingestion en une seule fois de 5000 à 10.000 métacercaires. Il y a une véritable désorganisation du parenchyme hépatique par les douves immatures en migration. L'animal traîne, haletant, la tête sur le côté. Puis il sombre dans le coma et meurt (après 48 à 72 heures).

Dans d'autres cas, l'évolution est plus lente. Mais il y a alors une infection surajoutée due à des germes anaérobies (*Clostridium novyi*, par exemple). Ainsi, les animaux présentent de la fièvre pendant quelques jours (5 à 8) avant de mourir.

- la forme atténuée est due à une infestation plus légère. Les animaux sont mous, nonchalants, en mauvais état général. Souvent, cette forme atténuée passe inaperçue (80).

b)- Développement des vers dans les canaux biliaires a lieu 8 à 10 semaines après l'infestation, pendant la saison des pluies.

C'est une affection chronique qui évolue sur plusieurs mois et les signes ne sont nets que s'il y a un nombre suffisant de parasites : chez le mouton, 100 à 200 douves. Il y a trois phases successives :

- l'anémie est le signe le plus précoce. Les muqueuses sont pales, décolorées et l'oeil est subictérique. Il y a aussi une nonchalance, une faiblesse, un essoufflement rapide et une perte d'appétit ;
- la diarrhée apparait du fait d'une mauvaise antiseptie biliaire. Cette diarrhée est surtout marquée chez les bovins ;
- les oedèmes se forment dans les parties déclives : membres et surtout région de l'auge appelé aussi "signe de la bouteille".

Chez le mouton, il peut y avoir en plus formation d'une ascite (80).

### 11.1.2. La paranphistomose

Elle est provoquée par la présence dans le rumen, réseau, parfois la caillette et le duodénum de paranphistomum à corps épais, cylindrique. Le cycle évolutif passe par des mollusques des genres bulins et planorbes (52).

Sur le plan symptomatique, il y a un amaigrissement progressif avec anémie surtout chez les jeunes de 1 à 2 ans, avec une entérite parfois hémorragique (52).

### 11.1.3. Les schistosomiasés (bilharziosés)

Elles sont dues à la présence dans les veines mésentériques et le système porte, de vers distomes, cylindriques dont le cycle passe par des mollusques du genre bulinus (52).

Il peut y avoir aussi une localisation hépatique chez les ovins. Les symptômes de la bilharziose des ruminants sont assez souvent inaperçus par les éleveurs. Il y a :

- des troubles digestifs, avec anorexie plus ou moins accusée, des alternances de diarrhée et de constipation. La diarrhée est quelquefois striée de sang ;
- de l'anémie précoce qui s'accuse 4 à 5 mois après l'infestation ;
- une baisse de l'état général, l'animal étant maigre, le poil terne ; si l'infestation est massive, l'évolution peut se faire vers la cachexie (80).

.../

## 11.2. Chez l'homme

La pathologie est essentiellement déterminée par les schistosomes à localisations intestinale et vésicale.

Les cycles passent par des Bulinus pour Schistosoma haematobium et des Biomphalaria pour Schistosoma mansoni.

Les bilharzioses sont des maladies très préoccupantes car le nombre de personnes atteintes dans le monde est estimé à près de 500 millions (14). Elles occupent d'ailleurs le second rang des grandes endémies après le paludisme.

En Afrique, près de 100 millions de bilharziens sont recensés (31). Sur le plan clinique, il existe des manifestations commune à tous les types de bilharzioses.

Ce sont des phénomènes cutanés (allergiques) de la phase d'invasion, des phénomènes dus à la migration des Schistosomules dans l'organisme et des phénomènes aigus d'allure toxémique de la phase de migration et du début de la période d'état (syndrome de Katayama).

Il peut y avoir aussi des granulomes bilharziens à localisations diverses (31).

Dans la schistosomiase urinaire, on observe essentiellement de la dysurie avec pollakiurie et hématurie. Cette hématurie peut cependant être irrégulière et intermittente. La miction est douloureuse (31).

La schistosomiase intestinale intéresse le gros intestin. Elle se manifeste par des douleurs abdominales sourdes, de la diarrhée aqueuse parfois brunâtre. On peut avoir aussi du ténésme, des épreintes et des phénomènes dysentérieformes. Il y a parfois une hépatosplénomégalie.

Toutes ces manifestations sont déterminées par les oeufs des parasites (31).

### III. ASPECTS ECONOMIQUES

Les trématodoses peuvent être à l'origine des pertes économiques considérables même si la mortalité est faible.

En ce qui concerne les bilharzioses humaines, le coût de la morbidité, des hospitalisations, des traitements et des jours d'indisponibilité étaient estimés par malade, en 1968, à une moyenne annuelle de 10 dollars U.S. en Egypte et de 105 dollars U.S. au Japon.

En Afrique, les pertes économiques liées aux bilharzioses humaines étaient en 1968 de l'ordre de 212 millions de dollars U.S., en ce qui concerne les sujets atteints de bilharzioses grave. Pour les individus ne souffrant que de formes légères, ces pertes sont estimées à 308 millions de dollars U.S.

La perte économique totale se chiffre à 520 millions de dollars U.S. en Afrique (31).

Aux Philippines, les pertes économiques annuelles sont de 14 millions de dollars U.S. (10).

Chez les animaux, les trématodoses causent des pertes économiques par baisse de la production, par diminution de la capacité de travail et par les saisies totales ou partielles d'organes affectés.

Aux abattoirs de Saint-Louis, les pertes économiques dues aux saisies de foies liées à la fasciolose et aux schistosomiasés chez les ruminants, étaient estimées pour l'année 1987 à 1,089 millions de F. CFA (37).

L'ensemble de ces pertes économiques justifie la lutte contre les trématodoses, à fortiori dans les pays en voie de développement.

CHAPITRE IV.- LUTTE CONTRE LES TREMATODOSES ET LEURS VECTEURS

\*\*\*\*\*

I. LUTTE THERAPEUTIQUE ET PROPHYLAXIE MEDICALE CHEZ LES ANIMAUX

I.1. La fasciolose

Le traitement de la fasciolose aigue se fera en milieu de saison sèche et la forme chronique sera traitée au cours de la saison des pluies par divers produits :

- \* Le Nitroxynil (Dovenix N.D.) en injection sous-cutanée à 10 mg par kg soit 1 ml pour 25 kg (fasciolose chronique).  
La dose sera doublée pour le traitement des jeunes douves de 6 à 8 semaines (ovins et bovins).
- \* Le Rafoxanide (Ranide N.D.) par voie buccale chez les ovins à 7,5 mg par kg (contre les jeunes douves) ou 5 mg par kg (contre la fasciolose chronique) et chez les bovins, à 10 à 20 mg par kg (contre les jeunes douves) ou 7,5 mg par kg (contre la fasciolose chronique) (52).

I.2. La paramphistomose

Plusieurs médicaments sont utilisés pour le traitement de cette affection :

- \* le Bithionol sulfoxide (Bitin N.D.) utilisé chez les bovins à raison de 30 mg par kg de poids vif ;
- \* le Resorantel (Terenol N.D.) employé chez les bovins et ovins à 65 mg par kg ;
- \* le Holomid (Mitenyl N.D.) utilisé chez les bovins à la dose de 50 mg par kg et chez les ovins à 30 mg par kg (52).

.../

### 1.3. Les schistosomiases

Le traitement des bilharzioses des animaux n'est jamais envisagé dans les conditions de l'élevage extensif en Afrique car il est difficilement réalisable.

On préconise parfois le Trichlorfon, qui semblerait être actif surtout chez les moutons, à la dose de 100 à 200 mg par kg de poids, en quatre prises faites tous les quatre jours (80).

## II.- LUTTE THERAPEUTIQUE ET PROPHYLAXIE MEDICALE CHEZ L'HOMME

Actuellement, selon l'O.M.S., le médicament de choix pour le traitement des bilharzioses humaines est le Praziquantel (Biltricide N.D.). Il est utilisé en une prise orale de 40 à 60 mg par kg en comprimés. Il est actif contre tous les schistosomes (87). Il existe aussi d'autres médicaments :

- \* l'oxamniquine (Vansil ou Vancil N.D.) actif uniquement sur Schistosoma mansoni, est utilisé soit en une seule prise de 15 mg par kg chez les adultes et 20 mg par kg chez les jeunes par voie orale, soit en deux prises sur deux jours pour une dose totale de 30 à 60 mg par kg per os ;
- \* le Metrifonate (Trichlorfon Bilarcil N.D.) actif uniquement sur Schistosoma haematobium. Deux cures de 10 mg par kg à deux semaines d'intervalle sont recommandées (87).

## III.- LUTTE CONTRE LES VECTEURS

### III.1. Lutte écologique

Selon quelques observations des experts de l'O.M.S. (58), l'approvisionnement en eau potable d'une population réduit les risques d'infestation car il évite à cette population d'entrer en contact avec les eaux infestées.

.../

Une modification du biotope des mollusques, par aménagement du milieu naturel peut s'avérer aussi important grâce à la destruction des plantes aquatiques.

Ainsi au Japon, en zones d'endémie bilharzienne, presque toutes les rigoles sont aujourd'hui bétonnées (58).

### III.2. Lutte biologique

Une lutte biologique par utilisation de prédateurs des mollusques hôtes intermédiaires comme les canards et oies, grands mangeurs de mollusques, peut être entreprise (36).

Olivier et al (35) ont signalé l'extrême voracité du mollusque operculé Marisa cornuarietis capable de diminuer la densité des planorbes d'un gîte en raréfiant leur nourriture.

Certains crustacés comme les écrevisses des genres Astacus et Cambarus ainsi que le crabe Potamon édulé sont réputés grands prédateurs de mollusques d'eau douce (36).

### III.3. Les molluscicides

Au cours des dix dernières années, de nombreux projets de lutte réalisés dans plusieurs régions du monde, ont montré que la destruction des mollusques au moyen des molluscicides peut être une méthode rapide et efficace pour réduire ou éliminer la transmission des trématodoses (51).

#### III.3.1. Les molluscicides chimiques

De nombreux produits chimiques sont réputés molluscicides pour les mollusques aquatiques et amphibiens (Tableau n°5, page 42).

En plus de ces principaux produits des composés de l'étain et du plomb ont manifesté une activité molluscicide élevée tant en laboratoire que sur le terrain. Cependant, d'autres recherches

Produits	Concentrations utilisées en p.p.m	Mollusques cibles
1- Chlorure de Baryum	14 (25 p.p.m par 24h)	Aquatiques
2- Dimethyl dithiocarbamate de cuivre (cuprobane)	5 à 10	Aquatiques
3- Dimethyl dithiocarbamate de Zinc (Zirane : Mollurane)	3 à 10	Aquatiques
4- Frescon	0,2 : eaux stagnantes 0,5 : eaux courantes	Aquatiques
5- Niclosamide (Bayluscide)	4 à 12	Aquatiques
6- Pentachlorophenate de Sodium (Santobrite)	50 à 80	Aquatiques
7- Sulfate de cuivre	20 à 30 (par heure)	Aquatiques
8- N tritylmorpholine	1 à 2	Aquatiques
9- Yurimine (au Japon)	5	Amphibies

TABLEAU N° 5 : Principaux molluscicides chimiques utilisables  
contre les mollusques aquatiques et amphibies  
Hôtes intermédiaires de trémotodoses.

Source : (52,57)

sont nécessaires en ce qui concerne les risques de toxicité pour l'homme et les organismes non cibles (58).

Selon un rapport d'experts de l'O.M.S. en 1965 (58) quatre molluscicides de choix se sont distingués dans la lutte contre les trématodoses. Il s'agit du Niclosamide, de la N-trityl-morpholine, de la Yurimine et du Pentachlorophenate de sodium.

Cependant, leur efficacité optimale au moindre cout nécessite une stratégie adaptée. Celle-ci est différente selon le traitement de collections d'eau artificielles (réseaux d'irrigation, barrages, etc...) ou naturelles (marigots, lacs, etc...).

L'efficacité et les caractéristiques de ces molluscicides sont évoquées au tableau n°6, pages 44 et 45).

Selon Mc Cullough et al (1981) (51), des quatres composés disponibles cités dans ce rapport de l'O.M.S., il n'en est resté qu'un seul, le Niclosamide.

L'Yurimine n'est plus produite ou commercialisée au Japon en raison de son inefficacité contre Oncomélania, mollusque vecteur de Schistosoma japonicum.

Le Pentachlorophenate de sodium est aujourd'hui rarement utilisé comme molluscicide.

Quant à la N-tritylmorpholine (Triphenmorphe), seules les grosses quantités sont fournies, car des installations spéciales doivent être mises en place pour sa fabrication (51).

Le Niclosamide est donc à l'heure actuelle le seul molluscicide disponible dans le commerce. Son principal inconvénient est cependant un cout prohibitif.

Néanmoins, le Nicotinilide est venu assez récemment s'ajouter comme molluscicide synthétique possible. En effet, l'évaluation de l'activité molluscicide contre Oncomélania nosophora du Dichloro-2,5 bromo-4 phénol, nouveau composé peu

CARACTERISTIQUES	NICLOSAMIDE	N TRITYLMORPHOLINE	Na PCF	YURIMINF
Composant actif	Sel d'éthanolamine du dichloro-2,5 nitro-4 salicylanilide	N tritylmorpholine	Pentachlorophenate de sodium	Dibromo-3,5 hydro-4 azobenzène
Propriétés physiques	solide cristallin	solide cristallin	solide cristallin	solide cristallin
Etat physique du produit technique solubilité dans l'eau	20 mg par litre (varie avec le pH)	< 1 mg par litre	soluble à 33 pour cent	solubilité très faible
Toxicité sur :				
- Mollusques : CL 90 en mg par litre et par heure	3 à 8	0,5 à 4	20 à 100	4 à 5
- Oeufs de mollusques : CL 90 en mg par litre et par heure	2 à 4	240	3 à 30	-*
- Cercaires : CL 90 en mg par litre	0,3	Néant	-*	-*
- Poissons : CL 90 en mg par litre	0,05 à 0,3 (CL 50)	2 à 4	-*	0,16 à 0,83 (CL 50)
- Rats : DL 50 aigue orale en mg/kg	5000	1400	40-250	168 (souris)
- Activité herbicide	Néant	Néant	Néant	Néant
- Stabilité affectée par :				
. Lumière UV	non	non	oui	non
. Boue, turbidité	oui	non	non	oui
. pH	optimum 6 à 8	oui	non	légèrement

- Algues et autres végétaux	NON	NON	NON	-*
- Stockage	NON	NON	NON	
Manipulation sans danger	OUI	OUI	Variable (il peut être dangereux)	OUI
Simple	OUI	OUI	OUI	OUI
Formulation (pourcentage de principe actif dans la formule commerciale)	70p.cent : poudre mouillable 28p.cent cristaux émulsifiables	16,5p.cent cristaux émulsifiables ou 4p.cent granulés	75p.cent flocons 80p.cent pastilles 80p.cent briquettes	5p.cent granulés
Dose recommandée sur le terrain : Mollusques aquatiques (en mg par litre et par heure)	4 à 8	1 à 2	50 à 80	-*
Mollusques amphibies sur sol humide (en mg par litre et par heure)	0,2	-*	0,4 à 10	5

-\* = Données non disponibles.

TABLEAU N° 6 : Caractéristiques des molluscicides chimiques recommandés

Source : (58).

coûteux appelé B 2, dont on connaît un grand nombre de caractères prometteurs (51).

Actuellement, il y a un regain d'intérêt pour les molluscicides d'origine végétale, disponibles localement.

Ainsi, diverses recherches ont été menées sur l'utilisation de ces molluscicides d'origine végétale.

### III.2. Les molluscicides végétaux

En 1965, l'O.M.S. a publié dans un rapport sur l'évaluation des molluscicides, les critères de sélection d'une plante molluscicide (59).

- L'activité molluscicide doit être élevée. L'extrait végétal brut doit être actif à une concentration voisine de 100 mg par litre lors des tests de 24 heures utilisés en laboratoire.  
Les principes actifs reconnus molluscicides doivent avoir une activité comparable à celle des produits de synthèse les plus efficaces, la  $DL_{100}$  (24h) de ces derniers étant de 1 mg par litre.  
Une activité ovicide est également souhaitée.
- L'appartenance à la flore locale est importante. Si elle n'y est pas abondamment représentée, elle doit pouvoir être facilement cultivée au niveau des sites à risques.
- La possibilité d'extraction aqueuse des principes actifs est un avantage.
- Les procédés d'épandage doivent être simples et présenter des garanties de sécurité pour les opérateurs. La formulation et les conditions de stockage doivent être strictement définies.
- Les produits proposés ne doivent pas présenter de toxicité pour l'environnement biologique en particulier pour l'homme.

.../

La recherche de composés ayant une toxicité spécifique sur les mollusques cibles est un gros avantage (59).

Le tableau n°7 (pages 49 à 55) regroupe l'ensemble des plantes molluscicides jusque là étudiées.

En fait l'exploration de l'activité molluscicide des végétaux est très ancienne.

En 1930, Archibald au Soudan (3), et Wagnen en Afrique du Sud (85) constatent que les fruits de Balanites aegyptiaca et Balanites maughanii qui tombent dans les cours d'eau, provoquent une diminution de la population d'escargots. Ceci est confirmé en laboratoire en même temps que l'activité cercaricide de ces fruits.

En 1939, Mozley (54) montre que des plantes à saponines : Sapindus saponaria et Swartzia madagascariensis présentent d'intéressantes propriétés molluscicides. Ces résultats sont confirmés en Afrique du Sud sur un grand nombre de microorganismes mais surtout sur les mollusques vecteurs de Schistosomes et de Fasciola (77).

En Chine, l'huile de pression de la poudre tassée de Théa oleosa est utilisée dans les rizières comme molluscicide et comme engrais végétal. Le résidu de poudre à activité cercaricide est placé dans les chaussures de travail des paysans (87).

Le molluscicide végétal le mieux étudié est celui des baies d'endod nom éthiopien de la plante grimpante Phytolacca dodecandra.

Une solution aqueuse de baies d'endod séchées et réduites en poudre est létale dans les 24 heures à des concentrations de 15 à 30 mg/l sur les planorbidés (45). Cependant, elle est létale pour les poissons aux concentrations molluscicides et est dépourvue d'action ovicide. Ce qui exige de doubler la fréquence des applications pour un maximum d'efficacité.

Dans une vaste campagne de lutte contre la Schistosomiase à ADWA en Ethiopie, un épandage d'extrait aqueux des fruits de l'endod a été utilisé.

Il s'en est suivi une réduction de la prévalence de l'infestation schistosomienne de 60 à 35 p.cent sur une période de cinq ans principalement chez les jeunes enfants (45).

Un autre molluscicide végétal a attiré l'attention des chercheurs au Sénégal, Anacardium Occidentale.

En 1974, Pereira et Desouza (75) ont montré qu'un extrait hexanique du liquide de noix de cette plante est toxique sur Biomphalaria glabrata.

L'activité molluscicide des écorces d'Anacardium Occidentale, sans extraction préalable a été testé en laboratoire en 1988 sur Biomphalaria glabrata. En test de contact court (24 heures), la  $DL_{50}$  est de 260 mg/l et en test de contact long (96 heures), elle tombe à 110 mg/l (43).

Enfin un troisième molluscicide végétal intéressant est en cours d'évaluation complète. Il s'agit d'Ambrosia maritima L. Une partie de cette évaluation fait l'objet de notre travail.

ESPECES VEGETALES	ORGANE TESTE	CONCENTRATION	MORTALITE %	MOLLUSQUES ADULTES (A) OEUF (O)	AUTRES EFFETS
<b>AIZOACEES</b>					
<i>Glinus lotoides</i>	Fruit entier sec	50ppm(24h)	90	<i>L.natalensis</i> (A) <i>B.pfeifferi</i> (A) <i>B.africanus</i> (A)	
<b>ALPINIACEES</b>					
<i>Hedychium coronarium</i>	Graines (E)	25ppm(24h)	100	<i>L.cubensis</i> (A)	Cercari- cide
<b>AMARANTHACEES</b>					
<i>Alternanthera sessilis</i>	Feuilles fraiches	3000ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	Cercari- cide
<i>Alternanthera sessilis</i>	Feuilles fraiches	25ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (O)	
<b>AMARYLLIDACEES</b>					
<i>Aqave sisalana</i>	Feuilles (E)	5000ppm(24h)	90	<i>B.globosus</i> (A)	Toxique sur faune et flore aquatique
<b>ANACARDIACEES</b>					
<i>Anacardium occidentale</i>	Coque (SM)	0.35ppm(24h)	50	<i>B.glabrata</i> (A)	Cercari- cide et piscicide
	Coque (H)	0.60ppm(24h)	50	<i>B.glabrata</i> (A)	
	Coque (H)	18ppm(24h)	50	<i>B.glabrata</i> (O)	
	Ecorce (E)	260ppm(24h)	50	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>ANNONACEES</b>					
<i>Annona senegalensis</i>	Tige (M)	100ppm(24h)	85	<i>B.globosus</i> (A)	
<b>APOCYNACEES</b>					
<i>Macrosiphonia guaranitica</i>	Feuilles, Fleurs (H)	100ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Macrosiphonia g.</i>	Fleurs (H)	100ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (O)	
<i>Nerium oleander</i>	Tige (H)	100ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Nerium oleander</i>	Feuilles, tiges(E)	300ppm(24h)	actif	<i>L.natalensis</i> (A)	Piscicide
<i>Rauwolfia caffra</i>	Racine (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<b>ASCLEPIADACEES</b>					
<i>Cryptostegia grandiflora</i>	Tige (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>BIGNONIACEES</b>					
<i>Spathodea campanulata</i>	Fleurs (H)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	

ESPECES VEGETALES	ORGANE TESTE	CONCENTRATION	MORTALITE %	MOLLUSQUES ADULTES (A) OEUF (O)	AUTRES EFFETS
<b>BOMBACACEES</b>					
<u>Bombax costatum</u>	Racine, Tige (M)	100ppm(24h)	100	B.globosus (A)	
<b>CANNACEES</b>					
<u>Canna indica</u>	Plante entière (Er)	170ppm(24h)	98	B.alexandrina(A)	
<b>CESALPINIACEES</b>					
<u>Caesalpinia pelto-</u> <u>phoroides</u>	Feuilles (H)	100ppm(24h)	70-100	B.glabrata (A,0)	
<u>Caesalpinia pul-</u> <u>cherrima</u>	Fleurs (Er)	100ppm(24h)	75	B.glabrata (A)	
<u>Cassia rugosa</u>	Ecorce (H)	100ppm(24h)	70	B.glabrata (A)	
<u>Cassia rugosa</u>	Ecorce (Er)	100ppm(24h)	100	B.glabrata (A)	
<u>Delonix regia</u>	Fleurs (Er)	20ppm(24h)	90	B.glabrata (A)	
<u>Dialium guineense</u>	Fruit (M)	100ppm(24h)	100	B.globosus (A)	
<u>Krameria triandra</u>	Racine (M)	50ppm(24h)	actif	B.glabrata (A)	
<u>Swartzia madagas-</u> <u>cariensis</u>	Gousse (E)	100ppm(24h)	100	B.globosus (A)	
<b>CHARACEES</b>					
<u>Chara vulgaris</u>	Plante entière	Plante en aquarium	100	B.glabrata (A)	
<b>COMBRETACEES</b>					
<u>Combretum ghasa-</u> <u>lense</u>	Tige, Racine (M)	100ppm(24h)	100	B.globosus (A)	
<u>Terminalia mollis</u>	Ecorce, Racine(M)	100ppm(24h)	50-100	B.globosus (A)	
<b>COMPOSEES</b>					
<u>Ambrosia confer-</u> <u>tiflora</u>	Totum terpenique	100ppm(24h)	100	B.glabrata (A)	
<u>Ambrosia maritima</u>	Fleurs, Feuilles (E)	100ppm(12-24h)	30-100	Bulinus sp. (A)	Tue larves et oeufs
<u>Ambrosia maritima</u>	Damsis, ambrosin et tribromo damsin (S,A,C,Et)	10-15ppm(24h)	90	B.alexandrina(A) B.truncatus (A)	de S. haemato-
<u>Ambrosia maritima</u>	Fleurs, feuilles (E, essai sur le	Approx. 70ppm (?)	actif	B.alexandrina(A) B.truncatus (A)	bium Non pis-
<u>Ambrosia maritima</u>	Feuilles, Tiges(E)	375ppm(?)	100	B.guernei (A) &L.natalensis(A)	cicide
<u>Ambrosia maritima</u>	Feuilles sèches (E)	100ppm(96h)	50	B.glabrata (A)	
<u>Arthemisia verlo-</u> <u>torum</u>	Feuilles (Er.)	100ppm(24h)	90	B.glabrata (A)	
<u>Aethemisia verl.</u>	Feuilles (H)	100ppm(24h)	100	B.glabrata (O)	
<u>Eclipta alba</u>	Feuilles (Er.)	100ppm(24h)	80	B.glabrata (A)	
<u>Eremanthus glome-</u> <u>rulatus</u>	Poudre plante (H-EA)	100ppm(24h)	65	B.glabrata (A)	
<u>Eremanthus glome-</u> <u>rulatus</u>	Poudre plante (H-EA)	1ppm(24h)	40	B.glabrata (O)	

ESPECES VEGETALES	ORGANE TESTE	CONCENTRATION	MORTALITE %	MOLLUSQUES ADULTES (A) OEUF (O)	AUTRES EFFETS
Equatorium odoratum	Feuilles (H)	100ppm(24h)	60	B.globosus (A)	
Gundelia tournefortii	Conc.saponines	40ppm(24h)	100	B.glabrata (A)	
Psathyrotes ramosissima	Desacetylisotenuin	20ppm(?)	50	B.glabrata (A)	
<b>CORNACEES</b>					
Cornus floride	Ecorce (M)	100ppm(24h)	actif	B.glabrata (A)	
<b>CUCURBITACEES</b>					
Luffa operculata	Fruit (E)	1000ppm(24h)	60	B.stramina (A)	
<u>Momordica charantia</u>	Feuilles (E)	500ppm(24h)	actif	L.natalensis (A)	Piscicide
<b>EBENACEES</b>					
Diospyros usambarensis	Ecorce de racine	50ppm(?)	actif	B.glabrata (A)	
<b>ERICACEES</b>					
Arctostaphylos uva-ursi	Feuilles (M)	50ppm(24h)	actif	B.glabrata (A)	
<b>EURPHORBIACEES</b>					
Bridelia atroviridis	Tige (M)	100ppm(24h)	100	B.globosus (A)	
Croton macrostachys	Graines (E)	1ppm(24h)	90	B.truncatus (A)	
Croton macrostachys	Graines (E)	20-50ppm(24h)	90	L.sp. (A)	
Croton macrostachys	Graines (E)	20ppm(?)	100	B.pfeifferi (A)	
Croton macrostachys	Graines (E)	20ppm(?)	100	B.glabrata (A)	
Croton macrostachys	Graines (E,essai sur terrain)	2ppm(24h)	actif	B.truncatus (A)	Piscicide
Croton tiglium	Graines (E)	0,7ppm(48h)	50	O.quadrasi (A)	
Cryptogonone argentea	Racine (M)	100ppm(24h)	100	B.globosus (A)	
Euphorbia cotinifolia	Feuilles (H)	1,2-3,4ppm (24h)	90	B.glabrata (A)	Cercaricide
Euphorbia coton.	Feuilles (H)	13-48ppm(24h)	90	B.glabrata (O)	
Euphorbia lactea	?(Et,B,Er,Be)	< 10ppm(?)	50	B.alexandrina(A)	
Euphorbia royleana	Latex (E)	27ppm(24h)	100	L.acuminata (A)	
Euphorbia splendens	Ecorce racine (H)	100ppm(24h)	100	B.glabrata (A,0)	
<u>Euphorbia tirucalli</u>	Latex (E)	28ppm(24h)	50	B.glabrata (A)	
<u>Euphorbia tirucalli</u>	Plante entière (E)	300ppm(24h)	actif	L.natalensis (A)	
<u>Jestrophia curcas</u>	Graines (E)	2,7- 5ppm(48h)	90	O.quadrasi (A)	
	Graines (M,B,C,Be)	7 à 65ppm(48h)	50	O.quadrasi (A)	
	Racine (E)	160ppm(24h)	50	B.truncatus (A)	
	Racine (Et)	100ppm(24h)	100	B.truncatus (A)	
Joannesia princeps	Graine (Er)	100ppm(24h)	100	B.glabrata (A,0)	

ESPECES VEGETALES	ORGANE TESTE	CONCENTRATION	MORTALITE %	MOLLUSQUES ADULTES (A) OEUF (O)	AUTRES EFFETS
<b>GRAMINEES</b>					
<i>Panicum maximum</i>	Feuilles (M)	100ppm(24h)	80	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>LABIEES</b>					
<i>Leonurus sibiricus</i>	Racine (H & Er)	100ppm(24h)	90-100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Leonurus sibiricus</i>	Racine (H)	100ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (O)	
<b>LILIACEES</b>					
<i>Asparagus curillus</i>	Racine(saponines)	5ppm(24h)	actif	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>MALPIGHIACEES</b>					
<i>Brysonima sericese</i>	Ecorce (E)	1000ppm(8h)	100	<i>B.stramina</i> (A)	
<b>MELASTOMACEES</b>					
<i>Tibouchina scrobiculata</i>	Fleurs (Et)	100ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>MIMOSACEES</b>					
<i>Acacia dudgeoni</i>	Feuilles (M)	100ppm(24h)	60	<i>B.globosus</i> (A)	
<i>Acacia dudgeoni</i>	Ecorce (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.blogosus</i> (A)	
<i>Acacia nilotice</i>	Gousses (Ac)	75ppm(24h)	100	<i>B.truncatus</i> (A) <i>B.pfeifferi</i> (A)	
<i>Calliandra portoricensis</i>	Racine (M)	20ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<i>Dichrostachys glomerata</i>	Feuilles (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<i>Entada phaseoloides</i>	Ecorce (B)	4 - 6ppm(48h)	100	<i>O.quadrasi</i> (A)	
<i>Entada phaseoloides</i>	Ecorce (B,essai sur terrain)	40/m <sup>2</sup> (1semaine)	22-50	<i>O.quadrasi</i> (A)	
<i>Piptadenia macrocarpa</i>	Ecorce (E)	1000ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Pithecellobium multiflorum</i>	Graines (E)	100ppm(24h)	90	<i>B.stramina</i> (A)	
<i>Tetrapleura tetraptera</i>	Fruit (M)	1 - 3ppm(24h)	actif	<i>B.globosus</i> (A)	
<b>OCHNACEES</b>					
<i>Lophira alata</i>	Feuilles (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<b>OLACACEES</b>					
<i>Ximena americana</i>	Feuilles (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<b>OLEACEES</b>					
<i>Olea europaea</i>	Fruit (M)	2000ppm(2h)	actif	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>OPILIACEES</b>					
<i>Agonandra brasiliensis</i>	Ecorce (E)	1000ppm(24h)	100	<i>B.stramina</i> (A)	

ESPECES VEGETALES	ORGANE TESTE	CONCENTRATION	MORTA- LITE %	MOLLUSQUES ADULTES (A) OEUFS (O)	AUTRES EFFETS
<b>PAPILIONACEES</b>					
<i>Capurnia aurea</i>	Feuilles (M)	130ppm(48h)	actif	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Derris elliptica</i>	Racine (E)	20ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<i>Dioclea reflexa</i>	Racine (M)	100ppm(24h)	70	<i>B.globosus</i> (A)	
<i>Millettia thonningii</i>	Graines (?)	200ppm(24h)	100	<i>B.truncatus</i> (A)	
<i>Meorautenenia pseudopachyrizus</i>	Racine (E)	500ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<i>Tephrosia vogelii</i>	Feuilles (P)	400ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>PHYTOLACACEES</b>					
<i>Phytolacca dodecandra</i>	Fruit sec (E)	15-30ppm(24h)	90	<i>B.truncatus</i> (A) <i>B.pfeifferi</i> (A) <i>L.natalensis</i> (A) <i>Lymnaea sp.</i> (O)	Piscicide
<i>Phytolacca dodecandra</i>	Baies (B)	100ppm(24h)	100	<i>Lymnaea sp.</i> (O)	
<i>Phytolacca dodecandra</i>	Baies (B)	3-6 ppm(24h)	90	<i>B.glabrata</i> (A) <i>B.alexandrina</i> (A) <i>B.truncatus</i> (A) <i>O.nosophora</i> (A) <i>B.nasatus</i> (A) <i>B.pfeifferi</i> (A) <i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Phytolacca dodecandra</i>	Baies (Eau, fermentation)	4ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Phytolacca dodecandra</i>	Baies(Eau,essai sur terrain)	80-100ppm (6-8h)	actif	<i>B.pfeiffeiri</i> (A) <i>Lymnaea sp.</i> (A)	
<i>Phytolacca dodecandra</i>	Baies(Eau,essai sur terrain)	50-100ppm (3-6h)	actif	<i>B.truncatus</i> (A) <i>B.pfeifferi</i> (A)	
<i>Phytolacca isocandra</i>	Fruit (E)	200ppm(24h)	100	<i>L.cubensis</i> (A) <i>L.columella</i> (A)	
<i>Phytolacca rivinoides</i>	Fruit (E)	200ppm(24h)	100	<i>L.cubensis</i> (A) <i>L.columella</i> (A)	
<b>PIPERACEES</b>					
<i>Piper tuberculatum</i>	Ecorce de racine	10ppm(24h)	actif	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>POLYGALACEES</b>					
<i>Securidaca longepedunculata</i>	Racine (E)	350ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>POLYGONACEES</b>					
<i>Polygonum senegalense</i>	Feuilles (E) Graines, Feuilles (E)	5000ppm(24h) 25ppm(8h)	actif 100	<i>B.pfeifferi</i> (A) <i>B.pfeifferi</i> (A) <i>B.sudanica</i> (A)	
<i>Rumex crispus</i>	Racines (Et)	100ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	

ESPECES VEGETALES	ORGANE TESTE	CONCENTRATION	MORTALITE %	MOLLUSQUES ADULTES (A) OEUF (O)	AUTRES EFFETS
<b>PORTULACACEES</b>					
<i>Talinum tenuissimum</i>	Tubercules (E)	25ppm(24h)	actif	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>RHAMNACEES</b>					
<i>Maesopsis eminii</i>	Racine (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<b>ROSACEES</b>					
<i>Acioa barteri</i>	Graine (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<i>Acioa rudatissi</i>	Graine (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<b>RUBIACEES</b>					
<i>Morinda lucida</i>	Feuilles (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<i>Palicourea nicotianaefolia</i>	Feuilles (Et)	100ppm(24h)	60	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Randia nilotica</i>	Fruits(S,P,Et)	60ppm(24h)	100	<i>B.pfeifferi</i> (A)	
		20ppm(24h)	100	<i>B.truncatus</i> (A)	
<i>Randia nilotica</i>	Ecorce racine (S,P,Et)	80ppm(24h)	100	<i>B.pfeifferi</i> (A)	
<i>Randia nilotica</i>	Fruit(E)	40ppm(24h)	50	<i>B.truncatus</i> (A)	
<i>Randia nilotica</i>	Ecorce,Racine(E)	10ppm(24h)	100	<i>B.truncatus</i> (A)	
				<i>B.pfeifferi</i> (A)	
<i>Randia dumetorum</i> (sym.Xeromphis spinosa)	Feuilles(saponines)	15-16ppm(?)	actif	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Rothmania whitefieldii</i>	Feuilles,graine (M)	100ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<b>RUTACEES</b>					
<i>Citrus aurantifolia</i>	Feuilles (E)	500ppm(24h)	actif	<i>L.natalensis</i> (A)	Piscicide
<i>Fagara macrophylla</i>	Ecorce(Amides)	200ppm(?)	50	<i>B.glabrata</i> (A)	Insecticide
<i>Ruta graveolens</i>	Tige,Feuille(H)	100ppm(24h)	90	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Ruta graveolens</i>	Tige,Feuille(Et)	100ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<b>SAPINDACEES</b>					
<i>Paullinia pinnata</i>	Ecorce,Feuille(E)	1000ppm(24h)	100	<i>B.glabrata</i> (A)	
<i>Sapindus saponaria</i>	Baies (E)	100ppm(40h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	Piscicide
<i>Sapindus saponaria</i>	Baies (E)	150ppm(24h)	100	<i>B.globosus</i> (A)	
<i>Sapindus saponaria</i>	Baies (E,Et)	24ppm(6h)	94	<i>B.glabrata</i> (A)	
				<i>L.cubensis</i> (A)	
<i>Sapindus saponaria</i>	Baies (E)	500ppm(24h)	100	<i>B.africanus</i> (A)	
<i>Sapindus saponaria</i>	Baies (E, essai sur terrain)	1kg pulpe fruit /m <sup>3</sup> d'eau	actif	<i>B.africanus</i> (A)	
<b>SAPOTACEES</b>					
<i>Butyrospermum paradoxum</i>	Ecorce racine (M)	100ppm(24h)	70	<i>B.globosus</i> (A)	

ESPECES VEGETALES	ORGANE TESTE	CONCENTRATION	MORTA- LITE %	MOLLUSQUES ADULTES (A) OEUFS (O)	AUTRES EFFETS
<b>SOLANACEES</b>					
Solanum nodiflorum	Plante entière (E)	100ppm(24h)	100	L.cubensis (A) L.columella (A)	
Solanum nodiflorum	Racine, Feuille (E)	100ppm(24h)	100	B.glabrata (A) L.cubensis (A)	
Solanum nodiflorum	Fruits (M)	25ppm(24h)	95	L.cubensis (A)	
<b>STYRACACEES</b>					
Styrax officinalis	Fruit (?)	100ppm(24h)	100	Bulinus sp. (A)	
<b>VERBENACEES</b>					
Vitex oxycuspis	Tige (M)	100ppm(24h)	100	B.globosus (A)	
<b>XYRIDACEES</b>					
Xyris anceps	Feuilles(M)	100ppm(24h)	100	B.globosus (A)	
<b>ZYGOPHYLLACEES</b>					
<u>Balanites aegyptiaca</u>	Fruits (E)	5,2g/30l d'eau (12h)	100	Bulinus sp.	Piscicide
<u>Balanites aegyptiaca</u>	Fruits (E)	5,2g/30l d'eau (1h)	actif		Cercaricide
<u>Balanites aegyptiaca</u>	Fruit (E)	1:860ppm(48h)	100	B.glabrata (?)	
<u>Balanites aegyptiaca</u>	Ecorce (E)	1:2600ppm(7j)	100	B.glabrata (?)	
<u>Balanites aegyptiaca</u>	Fruit(E, essai sur terrain)	Fruits tombés des arbres(?)	15-75	B.glabrata (?)	
<u>Balanites aegyptiaca</u>	Fruit (M)	100ppm(24h)	100	B.globosus (A)	
<u>Balanitesmaughamii</u>	Fruit (E)	1 fruit par 10l d'eau(24h)	actif	B.africanus	Cercaricide

Tableau n° 7 : Etat récapitulatif des principales espèces végétales molluscicides étudiées

Les espèces soulignées d'un trait sont présentés au Sénégal, les espèces soulignées de deux traits ont été étudiées au Sénégal.

Source : (16)

Abréviations :

Ac = Acétone	Er = Ether
B = Butanol	H = Hexane
Be = Benzène	M = Méthanol
C = Chloroforme	P = Ether de pétrole
E = Eau	S = Extractions successives
EA = Ethyl acétate	? = non précisé
Et = Ethanol.	

DEUXIEME PARTIE

\*\*\*\*\*

AMBROSIA MARITIMA L. (COMPOSEAE) MOLLUSCICIDE VEGETAL

\*\*\*\*\*

Les propriétés molluscicides d'Ambrosia maritima ont longtemps attiré l'attention.

En 1900, Greshoff signale la présence de principes alcaloïdes dans cette plante.

Archibald en 1933 puis Wagner en 1936 signalent l'action sur les mollusques des feuilles et fruits qui tombent dans l'eau.

En 1949, Zakareya Wahba signale l'action molluscicide de la plante (Canal d'Armante 18 Juin 1951 : Gouvernorat de Louxor).

En 1953, Abu Shady et Soine mettent en évidence les principes actifs de la plante.

En 1962, Shérif et El Sawy publient les premiers résultats de leurs essais en laboratoire.

En 1976, Shoeb et El Emam testent les propriétés des principes actifs (73).

Depuis lors, plusieurs études ont été réalisées sur les intéressantes propriétés d'Ambrosia en vue de son utilisation dans la lutte contre les mollusques hôtes intermédiaires de trématodes.

## I.- GENERALITES

### I.1. Classification et Répartition Géographique en Afrique

Ambrosia maritima L. est une plante annuelle, aromatique, de la famille des Composeae (Asteraceae ou Synanthereae), de l'ordre des Heliantheae, du sous-ordre des Ambrosinae comprenant le genre Ambrosia (74).

.../

L'espèce Ambrosia senegalensis D.C. est souvent prise comme synonyme d'Ambrosia maritima L. qui est d'ailleurs retenue comme nom valable par la plupart des auteurs (39, 2, 77).

D'après Geerts et al (33), les différentes espèces africaines pourraient connaître des variabilités au même titre que les espèces américaines.

En Afrique, deux variétés ont été décrites : Ambrosia villosissima Forsk en Egypte et Ambrosia senegalensis D.C. au Sénégal (33). Selon De Candolle (17), ces deux espèces pourraient être des variétés d'Ambrosia maritima L.

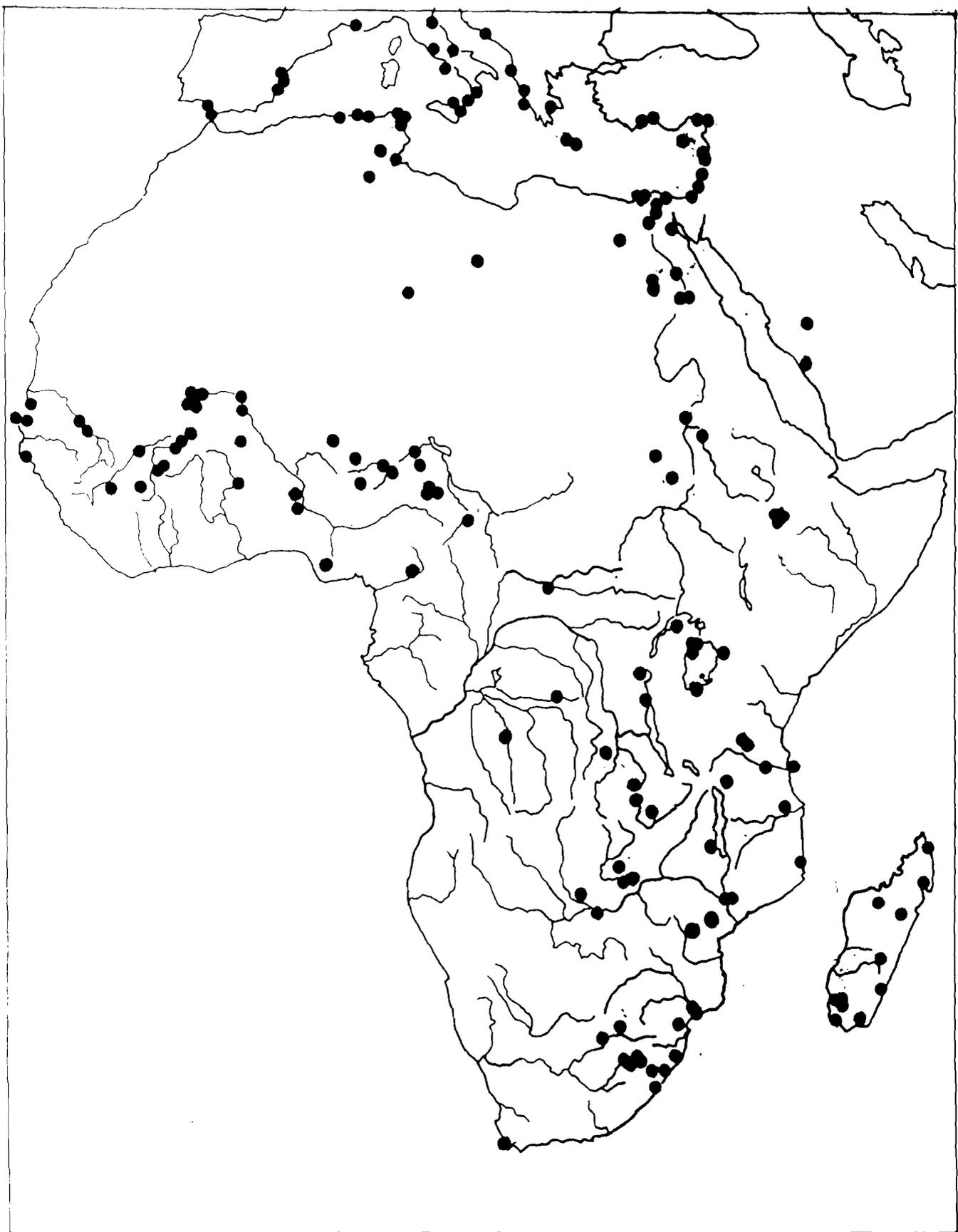
Sidhom et Geerts (70, 71) ont comparé les variété sénégalaise et égyptienne et ont considéré qu'elles appartiennent à la même espèce. Ceci est confirmé par le Dr. A. Lawalrée (National Plantentium, Meise, Belgium).

D'après Ducan, citant le Dr. G. Wickens (Royal Botanic Gardens, Kew, U.K.) (33), Ambrosia senegalensis D.C. est l'homologue tropical africain d'Ambrosia maritima L. méditerranéen. Il considère aussi qu'Ambrosia senegalensis est quelque peu intermédiaire entre Ambrosia maritima et Ambrosia artemisiifolia nord américaine (33).

Enfin, des données tout à fait récentes (Triest 1988) (79), font état de quatre espèces d'Ambrosia en Afrique. Il s'agit de :

- Ambrosia coronepifolia à l'île Maurice,
- Ambrosia tennifolia en Afrique du Sud,
- Ambrosia artemisiifolia à Sao Tomé et au Ghana,
- Ambrosia maritima répartie presque partout ailleurs en Afrique.

Sur le plan géographique, Ambrosia semble être répartie sur tout le Continent Africain sauf dans la région Guinéo-Congolaise (33) (Carte n°5, page 58).



Carte n° 5 : Répartition géographique d'*Ambrosia maritima* en Afrique.

C'est une mauvaise herbe localisée dans les sols humides, légèrement salins. Elle forme des peuplements monospécifiques après les cultures (39). Elle a aussi la particularité de pousser sur les terrains vagues (55).

Au Sénégal, *Ambrosia* est retrouvée dans la région de Dakar à Thiaroye, dans les dépressions des Niayes, aux lacs Retba et Tanma, autour des mares à Palmarin, dans les îles du Saloum (23) et aussi dans la vallée du fleuve Sénégal (Lampsar).

## II.- ASPECTS BOTANQUES ET PHYTOTECNIQUES

### II.1. Description de la plante (Fig. n°s 8 et 9, pages 60 et 61)

*Ambrosia maritima* est une plante aromatique, herbacée, annuelle et selon certaines conditions vivace. Elle est haute de 30 à 120 cm (plus souvent 30 à 90 cm). Elle est suffrutescente, ligneuse à la base, à nombreuses branches dressées.

Les tiges sont striées de poils blanchâtres.

Les feuilles alternées, sont profondément dressées, bipennées mollement pubescentes, argentées.

Les fleurs sont unisexuées, jaunes verdâtres, groupées en 15 à 20 par unités.

Les mâles, en racèmes terminaux, sont dans un involucre en forme de coupe de 3 à 5 mm de diamètre.

Les femelles apétales sont en glomérules axillaires.

Les akènes sont très petits, lisses, obovoïdes enfermés dans un involucre avec généralement cinq cornes (39, 55, 63).

Plusieurs différences sont observées entre les diverses populations d'*Ambrosia*.

Figure n° 8 :  
*Ambrosia maritima* L.  
ecotype d'origine égyptienne  
tige florifère x 1  
Source (67)



Figure n° 9 :  
*Ambrosia maritima* L.  
Ecotype d'origine  
sénégalaise  
Tige florifère x 1  
Source (67)



Selon Triest (79), des différences morphologiques existent au niveau des feuilles, des fleurs, des fruits, ainsi qu'au niveau de la pubescence sur les tiges.

Il existe des différences sur le nombre de poils sur les feuilles, la dimension et la forme des lames, le nombre et la densité des capitules mâles.

Au niveau des fruits, il y a des variations de dimensions et de forme ainsi que de la forme des épines qu'on y trouve. En général, les plantes d'Asie mineure, d'Afrique du Nord et de la région Soudanaise (du Sénégal à l'Ethiopie) ont plus de feuilles pubescentes que celles des populations d'Afrique Centrale, de l'Est et du Sud (79).

Les plantes du bassin du Nil ont des épines longues et inégalement réparties sur le fruit, tandis que dans les autres régions, elles sont courtes et plus ou moins réparties sur la partie supérieure du fruit (79).

L'ensemble de ces différences morphologiques permet de parler en termes de populations d'*Ambrosia* plutôt que de souches.

## 11.2. Propriétés phytotechniques

Au Mali, selon Dombia (23), *Ambrosia maritima* est une plante à cycle annuel et la floraison a lieu vers les mois de Mai-Juin. Elle germe au retrait des eaux pendant la décrue (Octobre-Novembre) et croît pendant la saison sèche.

Les maturation et fructification ont lieu en Juillet. Le semis se produit en Aout avant la montée complète des eaux.

Selon A. Sow (23), les graines resteraient dans la boue sous une lame d'eau plus ou moins importante pendant la période de dormance qui s'étend de Septembre à Novembre.

Au Sénégal, la récolte d'Ambrosia (population sénégalaise) s'est faite en Juillet 1988 après floraison. Ce qui suppose l'existence du même cycle.

Quant aux populations égyptiennes cultivées au Sénégal, la récolte a lieu aussi entre Juin et Juillet après floraison.

En Egypte, selon El Sawy (27), les seules tentatives de culture d'Ambrosia sur la berge des canaux, n'ont pas donné de résultats probants. En effet, les akènes semés en Septembre, après une nuit de trempage, avaient du mal à se développer ou avaient une croissance médiocre. Ceci a été attribué à la salinité relativement haute du sol du canal de drainage.

Selon Sidhom (72), il y a une influence du terrain sur le développement de la plante. Ce développement est meilleur sur le terrain sablo-argileux.

Ainsi, il a obtenu un rendement de 10.000 à 12.000 kg par hectare, soit 1.100 à 2.700 kg de feuilles par hectare (72). La sélection de variétés poussant en condition partiellement ou totalement submergée serait un développement intéressant (33).

### III.- UTILISATION EN MEDECINE TRADITIONNELLE

Selon Berhaut, "Ambrosia Linn est un nom poétique venant de la mythologie grecque : l'ambrosie était la nourriture et le parfum des dieux ; allusion faite au parfum de diverses espèces".

A l'heure actuelle, Ambrosia maritima est bien connue et utilisée dans les milieux traditionnels comme condiment ou médicament.

En Egypte, on le dit "bon pour tout" (72), elle y est aussi appelée Damsissa. Elle est utilisée sous forme de décoctions et infusions comme antispasmodique, diurétique et même contre les hématuries bilharziennes.

Au Sénégal, *Ambrosia* est connue de plusieurs ethnies. Ainsi elle est appelée :

- "NGuine" chez les Peulhs et les Ouolofs du Nord ;
- "NGandal Nak" chez les Ouolofs de l'Ouest et du Centre ;
- "Nit niti ou ninité ou Nonan a Mbel" chez les Sérères ;
- "Nbagélèni" chez les Bambara.

Elle est utilisée comme condiment sous forme de cataplasme pour soigner les panaris.

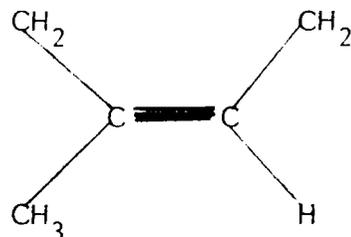
Kerharo I. et Adam J.G. (1974) indiquent qu'*Ambrosia* est utilisée en association avec d'autres plantes comme stimulant et anti-syphilitique.

Au Mali, *Ambrosia* est utilisé sous forme d'infusions dans le traitement des douleurs abdominales et sous forme d'onguents dans les dermatoses purigineuses (23).

#### IV. LES PRINCIPES ACTIFS MOLLUSCICIDES DE LA PLANTE : LES LACTONES SESQUITERPENIQUES

Ils sont contenus dans les feuilles, fleurs et akènes d'*Ambrosia maritima*.

D'après la "règle isoprénique" de Wallach, tous les terpènes dérivent de l'enchaînement et de la cyclisation éventuelle de molécules d'isoprènes (ou méthyl-2 butadiène  $C_5 H_8$ ) (65).



Ainsi, en fonction du nombre d'atomes de carbone, on décrit diverses classes de terpènes (Tableau n°9, page 65).

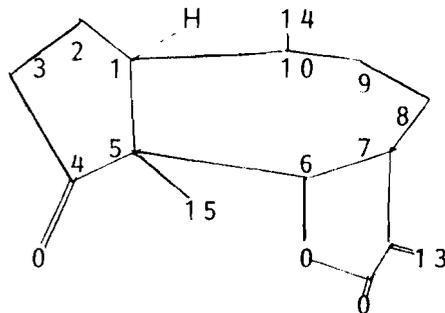
UNITES ISOPRENIQUES	NOMBRE DE CARBONES	CLASSE
1	5	Hemiterpène
2	10	Monoterpène
3	15	Sesquiterpène
4	20	Diterpène
5	25	Sesterpène
6	30	Triterpène
7		
8	40	Tetraterpène
> 8	> 40	Polyterpène

Tableau n°8 : Classification des terpènes  
Source : (74)

Les lactones sesquiterpéniques sont des métabolites secondaires d'Ambrosia et contiennent fondamentalement trois unités isopréniques,  $3(C_5 H_8)$ .

Ils sont formés à partir de l'oxydation d'un groupe methyl terminal des sesquiterpènes, suivie de l'incorporation d'un atome d'oxygène dans le squelette cyclique.

C'est le cas de l'Ambrosine par exemple :



Ce sont des constituants lipophyles sans couleur, aigres et relativement stables (33).

Ils sont biogénétiquement dérivés des trans, trans-farnesyl pyro-phosphate (65).

Initialement, deux éléments ont été isolés à l'état cristallisé par Fahmy et Darwish en 1949 (32) et Abu Shady et Soine en 1953 (1). Ce sont deux lactones sesquiterpéniques : l'Ambrosine et la Damsine ( $C_{15}H_{18}O_3$  et  $C_{15}H_{20}O_3$ ).

En 1976, Shoeb et El Emam signalent en plus de l'ambrosine et de la damsine, la tribromodamsine qu'ils ont d'ailleurs synthétisée et testée (69).

A l'heure actuelle, 19 lactones sesquiterpéniques ont été mis en évidence. Il s'agit essentiellement de Pseudoguaianolides et de Norsesquiterpènes existant dans les feuilles, fleurs et graines d'Ambrosia (38) (Fig. n°s 10 à 14, pages 67 à 68).

Des investigations préliminaires sur ces principes actifs ont été menées et ont confirmé que l'Ambrosine et la Damsine avaient la plus grande activité molluscicide (33).

Selon Mabry (33), la distribution sur une large zone géographique pourrait exhiber considérablement la variation intraspécifique dans la structure de ces lactones sesquiterpéniques.

Cependant, Jakupovic et al (38) n'ont pas confirmé cette idée. En effet, en comparant les feuilles des souches sénégalaise et égyptienne, ces auteurs n'ont pas remarqué de différences qualitatives. Pourtant, sur le plan quantitatif, ils signalent une concentration de 1,2 p.cent en lactones sesquiterpéniques pour la souche sénégalaise, contre 1,6 p.cent pour l'égyptienne.

Ils indiquent aussi que 40 p.cent de ces lactones sont constitués de Damsine et 20 p.cent d'Ambrosine (38).

Ces concentrations sont nettement supérieures à celles données par Abu Shady et Soine (1) qui sont de 0,35 p.cent et 0,45 p.cent de lactones respectivement pour les feuilles et les sommités florales.

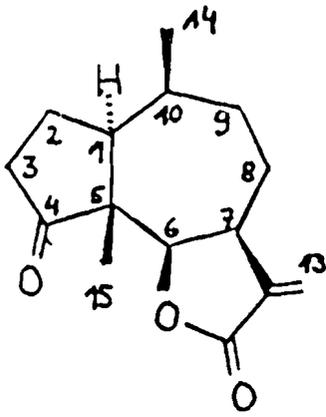


Figure n° 10

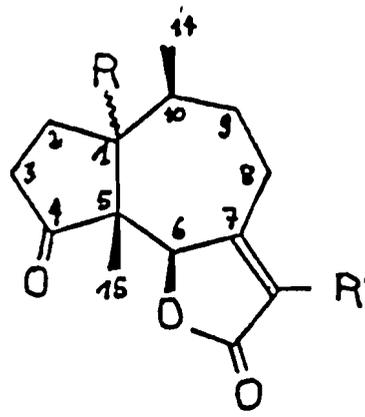


Figure n° 11

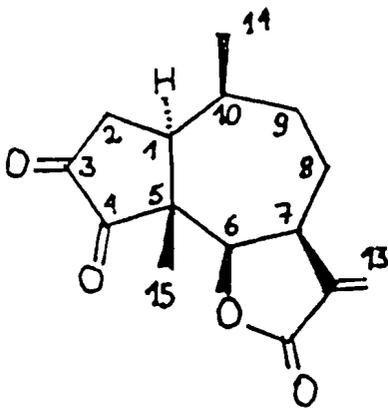


Figure 12

Figures n°s 10 à 14  
configuration des  
lactones sesquiterpe-  
niques d'Ambrosia  
maritima  
Source: (33)

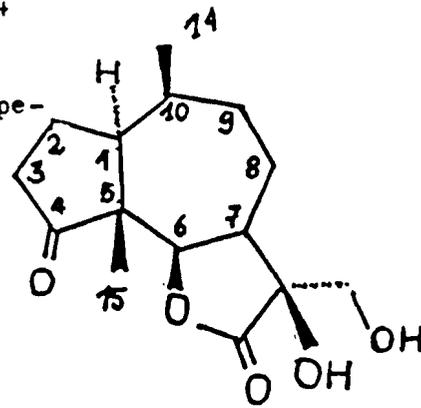


Figure n° 13

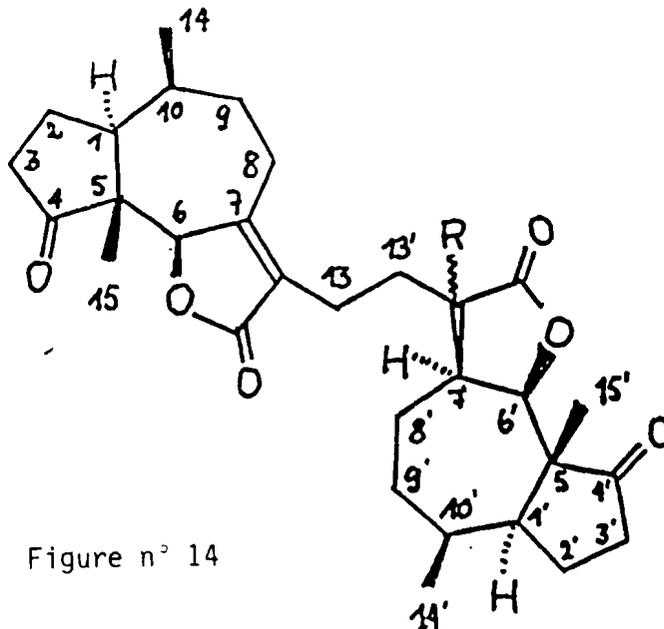


Figure n° 14

Figure n° 10

-----

- I : damsine
- 2 : II  $\alpha$ , I3 epoxide = 2,3 dihydrostramonin B
- 3 : 2,3 dehydro = ambrosine
- 4 : I,2 dehydro = neoambrosine
- 5 : 2,3 dehydro, I  $\alpha$ OH = partenine
- 6 : 2,3 dehydro, I  $\beta$ OH = hymenine
- 7 : IO  $\alpha$ OH = IO  $\alpha$ hydroxydamsine

Figure n° 11

-----

- 8 : R =  $\alpha$ H, R' = H : ambromaritolide
- 9 : R =  $\alpha$ H, R' = OH : II-hydroxy-ambromaritolide
- IO : R =  $\alpha$ H, R' = OCH<sub>3</sub> : /
- II : R =  $\alpha$ H, R' = CH<sub>3</sub> : minor lacton I = isomere of damsine
- I2 : R =  $\alpha$ H, R' = CH<sub>2</sub>OH : minor lacton 2 = I3-hydroxy derivative of damsine
- I3 : R =  $\alpha$ H, R' = CH<sub>2</sub>OH ( IO  $\alpha$ OH) : IO  $\alpha$ -hydroxy-II-hydroxymethylene ambromaritolide
- I4 : R =  $\alpha$ H, R' = CH<sub>2</sub>OH ( $\Delta^2$ ) : 2,3-dehydro-II-hydroxymethylene ambromaritolide
- I5 : R =  $\beta$ OH, R' = CH<sub>2</sub>OH ( $\Delta^2$ ) : 2,3-dehydro-I  $\beta$ hydroxy-II-hydroxymethylene ambromaritolide

Figure n° 12

-----

- I6 : minor lacton 4,

Figure n° 13

-----

- I7 : minor lacton 5

Figure n° 14

-----

- I8 : R =  $\alpha$ OH : II'-epimaritimolide
- I9 : R =  $\alpha$ OH : maritimolide

Légendes des figures 10 à 14

Selon Braeckman (13), la concentration en lactones est liée aussi à la partie de la plante prélevée. Il signale ainsi que le sommet de la plante est plus riche et contient 1 mg de lactones pour 1 gramme de feuilles, les pourcentages de damsine et d'ambrosine étant respectivement de 75 p.cent et 25 p.cent (13).

Des tentatives d'explication de ces différences ont été menées par plusieurs auteurs.

Ainsi, Rodriguez et al (33) signalent que les pourcentages de lactones sesquiterpéniques, dans une espèce donnée, peuvent varier de 0,001 à 5 p.cent du poids sec de la plante.

Farnsworth et al (33) affirment aussi qu'une variation considérable peut être attendue au niveau des métabolites secondaires des différentes *Ambrosia*.

Ces variations dépendraient de facteurs tels que la variabilité génétique, la période de cueillette, l'aire géographique, la température, les quantités de pluies, la plante cultivée ou sauvage et la saison.

Ces variations ont été confirmées, du moins pour les trois derniers facteurs, par des tests molluscicides en laboratoire (5).

En ce qui concerne la période optimale de récolte de la plante (avant ou après floraison), seul *Doumbia* signale une plus grande efficacité de la plante cueillie après floraison.

Triest en 1988 (79) signale l'existence de glandes situées à la base des poils et qui seraient responsables de la fabrication des lactones sesquiterpéniques. Par conséquent, plus la plante est pubescente, plus le taux de lactones est important.

.../

## V. ACTION MOLLUSCICIDE D'AMBROSIA MARITIMA

L'activité molluscicide d'Ambrosia est due essentiellement à la toxicité des lactones sesquiterpéniques contenus dans les feuilles, fleurs et akènes et non dans les tiges et racines. Depuis la publication des premiers résultats de Shérif et El Sawy en 1962 (68), l'activité molluscicide a été confirmée sur : Biomphalaria alexandrina (26, 27), Biomphalaria glabrata (70,5,6), Biomphalaria pfeifferi (23), Bulinus guernei (81), Bulinus truncatus (26,27), Lymnea truncatula (70), Lymnea natalensis (81).

### V.1. Tests en laboratoire

#### V.1.1. Poudre de feuilles

Les feuilles, fleurs et akènes sont réduites en poudre fine et utilisés selon les normes proposées par l'O.M.S. soit en test court, 24 heures de contact, soit en test long, 96 heures (47).

##### V.1.1.1. Essais réalisés en Egypte

Les premiers travaux ont été le fait de Shérif et El Sawy (68) qui ont montré qu'une concentration de 1000 mg par litre suffisait pour tuer les Biomphalaria sp et Lymnea caillaudi en laboratoire.

Puis Sidhom et Geerts (70) ont montré que pour un contact de 24 heures, il fallait 86,7 mg/l pour tuer 50 p.cent des Biomphalaria glabrata et 172 mg/l pour obtenir le même résultat chez Lymnea truncatula.

En prolongeant la durée de contact des mollusques avec la poudre d'Ambrosia à 96 heures, ces mêmes auteurs obtenaient une DL<sub>100</sub> de 35 mg/l sur B. glabrata et 70 mg/l sur Lymnea truncatula.

Le fait qu'il faille environ trois jours avant que tous les mollusques ne soient tués confirme les observations de Shérif et El Sawy (70) relatives à la dissolution lente des lactones dans

l'eau et à la relation inverse entre le temps d'exposition et la concentration.

Ces observations ont été faites avec une plante âgée de deux ans et il est donc possible qu'en travaillant avec la plante fraîche, les concentrations citées puissent encore être diminuées (70).

Travaillant sur les fleurs et akènes de la souche égyptienne, ces auteurs ont montré qu'ils étaient plus efficaces contre Lymnea truncatula que les feuilles ( $DL_{50}$  : 127,9 mg/l en test court), alors que l'inverse était vrai pour Biomphalaria glabrata ( $DL_{50}$  : 531,8 mg/l en test court) (70).

Bien que les Biomphalaria aient été testés quelques mois après les Lymnées, la grande différence entre les deux valeurs de  $DL_{50}$  ne peut certainement pas être attribuée à l'effet du vieillissement (70).

D'autres travaux menés par Geerts et al (33), utilisant 9 populations d'Ambrosia égyptienne cueillies dans des régions différentes et à des saisons différentes, ont donné : une  $DL_{50}$  sur Biomphalaria glabrata en test long de  $91,4 \pm 29$  mg/l et une  $DL_{95}$  sur la même espèce de  $195 \pm 130$  mg/l.

Ces chiffres sont nettement plus élevés que ceux trouvés initialement (35 mg/l) sur la même espèce.

Ceci montre les grandes variations qui peuvent exister d'un test à l'autre, et d'une plante à une autre même pour la même espèce de mollusque.

#### V.1.1.2. Tests réalisés au Sénégal

Plusieurs essais utilisant soit la souche sénégalaise ou la souche égyptienne cultivée au Sénégal ont été menés.

- Tests sur la population sénégalaise

Vassiliades et Diaw ont été les premiers à tester la souche sénégalaise dans les conditions de laboratoire (81).

Ces auteurs ayant utilisé les feuilles entières sans en faire une poudre, en test long, ont trouvé une mortalité totale de 375 à 400 mg/l sur Bulinus guernei et Lymnea natalensis.

En 1986, Belot et al (5) travaillant sur plusieurs souches sénégalaises d'origine et de saison de cueillette différentes sont arrivés à distinguer plusieurs groupes selon l'activité molluscicide sur Biomphalaria glabrata :

- . Un premier groupe de plantes de saison sèche, "Retba saison sèche" dont la  $DL_{50}$  est de 225,4 mg/l et "Tanma saison sèche" dont la  $DL_{50}$  est de 160,7 mg/l ;
- . Un second groupe de plantes de saison des pluies "Retba saison des pluies" dont la  $DL_{50}$  est 60,1 mg/l et "Tanma saison des pluies" dont la  $DL_{50}$  est de 102,8 mg/l.

Ils concluent que la saison de récolte de la plante de population sénégalaise a plus d'influence sur l'activité molluscicide que son origine.

- Tests réalisés sur la population égyptienne cultivée au Sénégal

Selon l'affirmation d'une efficacité 7 à 10 fois supérieure de la souche égyptienne par rapport à la sénégalaise, une implantation d'Ambrosia égyptienne est tentée au Sénégal.

Ainsi, Vassiliades et Diaw (83), travaillant sur deux générations d'Ambrosia égyptienne cultivée au Sénégal, ont montré que cette dernière perdait son efficacité et avait tendance à rejoindre les performances de la souche sénégalaise (100 p.cent de mortalité à 0,1 à 0,2 g pour les deux générations).

Cependant, Belot et al (7) ayant testé quatre générations, ont trouvé des résultats contradictoires. En effet, l'examen de leurs diverses  $DL_{50}$  semble montrer une activité voisine de celle observée en Egypte pour les quatre premières générations.

(Souche mère :  $DL_{50} = 143,8$  mg/l ;  $F_1$  :  $DL_{50} = 105$  mg/l ;  $F_2$  : 77,5 mg/l  $F_3$  : 72,3 mg/l et  $F_4$  : 62,7 mg/l).

La différence observée dans ces résultats pourraient être liée au genre différent de mollusques utilisé, au modèle expérimental de laboratoire différent et peut-être aux conditions de culture de la plante.

Des travaux sur plusieurs générations égyptiennes cultivées au Sénégal devraient se poursuivre pour mieux élucider le problème.

#### - Comparaison entre les populations Sénégalaise et Egyptienne

En 1980, Vassiliades et Diaw (81) signalent que les concentrations exigées par la souche sénégalaise sont plus élevées (100 p.cent de mortalité : 375 à 400 mg/l) que celles de la souche égyptienne (70 mg/l). Ils montrent ainsi que la souche égyptienne est 7 à 10 fois plus efficace que la sénégalaise.

En 1986, Belot et al (5) ont montré que la souche sénégalaise la moins active avait une  $DL_{50}$  2,8 fois supérieure à celle des souches égyptiennes, ces dernières ne montrant aucune variation dans leur activité molluscicide (71).

En 1987, Geerts et al (33) ont signalé que des expériences répétées dans un test d'exposition de quatre jours, utilisant un matériel venant de différentes régions du Sénégal et d'Egypte, cueilli à des saisons différentes, prouvent qu'il n'y a aucune différence significative ( $t=1,635$ ,  $p>0,05$ ) entre les différentes populations, même si les plantes égyptiennes restent légèrement plus actives.

Ceci a été confirmé par Jakupovic et al qui montrent que les deux souches de plante contenaient pratiquement les mêmes teneurs en lactones sesquiterpéniques (38).

Des différences d'activité ont été aussi prouvées par Sidhom et Geerts (70) travaillant en test court (24 h) entre les deux souches.

- D'autres travaux ont été réalisés par Doumbia (23), utilisant Ambrosia maritima d'origine malienne.

Il montre une action molluscicide intermédiaire entre celles des populations sénégalaise et égyptienne. La poudre d'Ambrosia utilisée donnait 100 p.cent de mortalité à 250 mg par litre sur Biomphalaria pfeifferi en 24 heures. Alors que le même résultat est obtenu à 125 mg par litre sur la même espèce pour un contact de 48 heures. Pour Bulinus truncatus, cette dose est de 250 mg/l en 24 heures. Travaillant avec l'extrait aqueux réalisé par A. Sow, Doumbia montre qu'il est actif à une concentration de 12,5 mg/l provoquant 100 p.cent de mortalité chez les deux espèces en 24 heures de contact.

L'observation de tous ces résultats montre qu'il peut y avoir de nombreuses variations liées à plusieurs facteurs. Parmi ces facteurs de variation, seul le temps de contact a été confirmé. En effet, en raison de la faible diffusion des lactones dans l'eau, les tests de contact long (96 heures) donnent de meilleurs résultats.

L'influence de ces facteurs sur l'activité molluscicide pourrait se faire par l'intermédiaire de la teneur en lactones sesquiterpéniques et leurs métabolites dans la solution aqueuse où sont plongés les mollusques, mais ce n'est pas encore déterminé.

.../

### V.1.2. Action molluscicide des lactones sesquiterpéniques

L'activité molluscicide des principaux lactones sesquiterpéniques a été testée par certains auteurs en Egypte et au Sénégal.

En Egypte, Shoeb et El Emam (1976) (69) ont trouvé une DL<sub>90</sub> en test court de 9,7 mg/l pour la damsine contre Biomphalaria alexandrina et de 13,5 mg/l contre Bulinus truncatus. Pour l'ambrosine, ces DL<sub>90</sub> sont respectivement de 10,9 et 8,5 mg/l pour Biomphalaria alexandrina et Bulinus truncatus (69).

Au Sénégal, selon un test préliminaire réalisé au Laboratoire de Parasitologie de l'E.I.S.M.V., Belot et Geerts (9) en 1986 ont déterminé l'activité molluscicide de plusieurs constituants des feuilles d'Ambrosia (Tableau n°9, page 76).

L'observation de ce tableau montre que les valeurs indicatives de mortalité rejoignent les données exprimées par Shoeb et al sur l'activité molluscicide de l'ambrosine et de la damsine. Ces différents résultats montrent qu'il doit y avoir un effet synergique avec les autres lactones présents dans Ambrosia ou avec d'autres principes comme les saponines, les tanins (29) ou les flavonoides (Bohlmann cité par Geerts) qui y sont aussi présents (33).

Shoeb et al ont montré aussi que l'activité de la damsine est affectée par la présence de boue et le contact direct avec le soleil. Cependant, elle reste efficace dans un large spectre de pH (69).

Les lactones sesquiterpéniques ont en général une faible solubilité dans l'eau froide, ce qui explique la plus grande efficacité en test long qu'en test court.

Cette activité semble être améliorée par la présence d'impureté (Hagnaner cité par Duncan) (33) ou lorsqu'elle est diluée dans 0,9 p.cent de NaCl ou dissoute dans l'éthanol (1). Jusque là, le mécanisme d'action des lactones sesquiterpéniques reste inconnu.

PRODUIT (mg par litre)	1	2,5	3	3,5	5	6	7	10	14
Ambrosine	-	26,6	-	-	60	-	-	100	-
Damsine	0	-	6,6	-	-	20	-	40	-
Flavone	-	0	-	-	10	-	-	20	-
Néoambrosine + 10 $\alpha$ hydroxy-damsine	-	-	-	0	-	-	0	13,3	33,3
Néoambromaritolide + 2-3 Dihydro stramonine B	-	6,6	-	-	13,3	-	-	33,3	-
Néoambrosine	-	0	-	-	0	-	-	60	-
2-3 Di hydro, 11-hydroxymethylène ambromaritolide	-	-	-	24	-	-	-	-	-
13 hydroxyderivative of damsine	-	10	-	30	-	-	-	50	-

Tableau n° 9 : Test molluscicide : 2 à 3 fois 5 mollusques par 50 ml d'eau déchlorinée  
Nombre de mollusques morts sur 10 ou 15 au total (en pourcentage) :  
Biomphalaria glabrata.  
Contact : 96 heures (sauf pour l'Ambrosine : 48 heures)

Source : (9)

#### IV.- ESSAIS SUR LE TERRAIN

D'après les premiers résultats d'application sur terrain, *Ambrosia maritima* y serait beaucoup plus efficace qu'en laboratoire (33).

En Egypte, El Sawy et al, El Magdoub et al ont suggéré l'utilisation d'une concentration de 70 mg/l pour contrôler tous les mollusques hôtes intermédiaires de *Schistosoma* et de *fasciola* (26,27).

En 1981, El Sawy et al (28) ont réalisé des applications de 35, 70 et 140 mg par litre de plantes sèches dans des canaux et drains d'irrigation en basse Egypte. La plante a mis 1 à 5 semaines pour montrer une action maximale.

Ils signalent une réduction du nombre de *Biomphalaria alexandrina* de 90 p.cent et qui est la même à toutes les doses de traitement et dans les deux types de sites (canaux et drains).

La population de *B. alexandrina* est restée à un faible niveau pendant les trois mois qui ont suivi le traitement des sites.

Aussi, ces auteurs proposent-ils l'utilisation d'une seule application annuelle d'*Ambrosia* en Avril-Mai pour contrôler les mollusques au cours de la principale saison de transmission de la Schistosomiase en basse Egypte.

En 1987, ces mêmes auteurs (30), en réalisant une comparaison entre les matériaux végétaux secs et fraîchement cueillis ont montré qu'il n'y avait aucune différence significative entre les deux.

Un traitement utilisant : 70 et 140 mg/l de matériel sec et 560 mg/l de matériel frais en Mai, et un autre utilisant 70 mg/l de feuilles sèches et 280 mg/l de feuilles fraîches en Juin, ont été réalisés dans 15 canaux et 4 drains.

Le nombre de Biomphalaria alexandrina a chuté de 35 à 87 p.cent pour le matériel sec et de 75 p.cent pour le matériel humide deux semaines après le premier traitement.

Aucune différence significative n'a été observée entre les plantes fraîches ou séchées, ni entre les deux traitements de mai et juin. La population de mollusque est maintenue faible jusqu'à la fin de l'année (Décembre) dans tous les sites traités. Ceci confirme la proposition initiale d'une application unique d'Ambrosia pour le contrôle des mollusques en Basse Egypte (30).

Au Sénégal, seuls Vassiliades et Diaw (82) ont utilisé une population d'Ambrosia maritima sénégalaise dans une mare naturelle à Dakar.

Ces auteurs utilisant la plante séchée à une dose approximative de 375 à 400 mg/l ont réussi à réduire les populations de Lymnea natalensis et Bulinus guernei, mais ils ne donnent aucun chiffre de réduction.

La plus grande efficacité d'Ambrosia dans les conditions de terrain serait liée à une plus grande solubilité des lactones sesquiterpéniques qui, selon Hagnaner, est augmentée en présence d'impureté (25).

#### VI.- ACTION OVICIDE D'AMBROSIA MARITIMA

Exceptés Vassiliades et Diaw qui n'en signale aucune pour la plante d'origine sénégalaise, tous les autres auteurs ont réussi à démontrer l'action ovicide d'Ambrosia maritima (28, 71, 68).

En effet, Shérif et El Sawy (68), Sidhom et Geerts (69), travaillant sur une plante d'origine égyptienne, ont montré une action ovicide respectivement à 1000 et 400 mg/l.

Cependant, aucune précision n'est faite sur l'efficacité en fonction du stade de développement de l'oeuf.

Belot (8) a réalisé une évaluation préliminaire de l'effet ovicide d'*Ambrosia maritima* (d'origine égyptienne) sur oeufs de *Biomphalaria glabrata* (Tableau n°11, page 80).

Ce test est réalisé dans les mêmes conditions que les tests molluscicides. Il a utilisé des oeufs de moins de 24 heures recueillis sur des plaques de polystyrène expansé et mis en contact avec la solution de poudre de feuilles d'*Ambrosia* pendant sept jours.

A chaque concentration testée, correspondait un témoin négatif et trois semaines se sont écoulées entre la fin de l'expérience et le contrôle de la non éclosion.

L'observation du tableau n°11 montre des résultats qui précisent légèrement l'action ovicide sur les oeufs de *Biomphalaria glabrata*. Cette observation démontre globalement qu'il y a significativement moins d'éclosion dans le groupe traité que dans les témoins.

( $\chi^2$  = 13,69 ; chi carré = 187, 535, Si).

Une précision selon la méthode des probits, situe la  $DL_{50}$  ovicide à 124,71 mg/l et la  $DL_{95}$  à 549,65 mg/l sur oeuf de *Biomphalaria glabrata*.

Le nombre de non éclosion dans le groupe témoin représente un facteur d'hétérogénéité important (le chi carré, après correction des pourcentages de non éclosion selon la formule de Abbott, est de 61,9123,  $p = 0,95$ ).

De ce fait, dans cette expérience, il n'est possible de tenir compte que de la dose de 400 mg/l comme étant significativement différente par rapport au témoin.

La "non éclosion" du groupe témoin pourrait être liée au modèle expérimental de laboratoire. Ce dernier, étant comparable à celui décrit par Malek et Cheng (47), pourrait ne pas assurer une

CONCENTRATION D'AMBROSIA EN MG PAR LITRE	T E M O I N S			T R A I T E S			
	Gelées	Oeufs	Eclosion (p. cent)	Gelées	Oeufs	Eclosion (p. cent)	Effet Ovicide
400	16	162	70 (43,21)	23	246	0 (0)	43,21
200	23	213	127 (59,62)	23	247	78 (31,58)	22,04
100	7	84	62 (73,81)	13	132	27 (20,45)	53,36
50	17	188	117 (62,63)	21	169	76 (44,97)	17,66
Global	63	647	376 (58,11) (+ 50 )	80	794	181 (22,80) (+ 50 )	35,31

Tableau n° 11 : Evaluation de l'effet ovicide d'Ambrosia maritima L. (origine égyptienne), sur oeufs de Biomphalaria glabrata

Source : (8)

bonne oxygénation de l'eau nécessaire au bon développement des gelées de ponte.

Des expériences supplémentaires sont nécessaires pour préciser cette dose ovicide.

Bien qu'il y ait un très grand nombre de variations, toutes les populations d'Ambrosia jusque là testées, ont montré un effet molluscicide effectif.

En outre, Ambrosia possède aussi un effet ovicide, ce qui est un avantage certain.

## VII.- TOXICITE AIGUE D'AMBROSIA MARITIMA

Les lactones sesquiterpéniques contenues dans Ambrosia maritima ont un large domaine d'activité biologique.

Ils sont cytotoxiques et antitumoraux (ambrosine et dansine), anti-microbiens (parthénine), anthelmintiques (parthénine) et allergènes (parthénine et ambrosine) (33).

### VII.1. Test de mutagénicité

Des expériences préliminaires ont montré que l'ambrosine, jusqu'à 1000 mg, dissoute dans l'éthanol, restait négatif dans le test de Ames utilisant Salmonella typhimurium TA<sub>98</sub> et 100 et en présence ou non d'enzymes de foie de rat.

Des concentrations plus élevées dissoutes dans l'eau ou l'alcool devraient être testées avant toute conclusion (33) sur l'effet mutagène.

## VII.2. Toxicité sur les animaux à sang chaud

Helal et Hilmy (1951), puis Abu Shady et Soine (1953), cités par Geerts (33), ont étudié les propriétés pharmacologiques de l'ambrosine et de la damsine.

Ces auteurs n'ont remarqué aucun effet sur les systèmes respiratoire, intestinal, reproducteur et cardiovasculaire de différents animaux de laboratoire après ingestion orale.

La plupart des auteurs signalent que la plante est consommée sans problèmes par les ovins, caprins et bovins (68, 81), le nom vernaculaire sénégalais "NGadal Nak", signifiant "qui engraisse la vache" aborde dans ce sens (33).

Les tests de toxicité aigue chez les rongeurs semblent indiquer une faible toxicité d'Ambrosia maritima chez ceux-ci.

Les derniers travaux sont ceux de Stievenart (33) qui n'a pas décelé de signes de toxicité chez des rats ayant reçu l'équivalent de 5 g/kg de poudre de feuilles séchées sur support colloïdal (carboxyméthyl cellulose sodique). Il persiste cependant des doutes quant à la diffusion des substances actives hors de ce support et donc de leur réelle absorption par les rats (88).

Des tests de toxicité aigue menés sur des rats fournissent des résultats contradictoires (33).

Helal et Hilmy cités par Geerts (33), travaillant avec de l'ambrosine à 1/100 diluée dans une solution à 10 p.cent d'éthylène-glycol, ont trouvé que l'administration orale de 2 cc de cette solution (33,2 mg/kg) donnait 100 p.cent de mortalité chez les rats.

Par contre ces memes auteurs ont trouvé qu'une injection intra-veineuse sur souris d'ambrosine et de damsine, dissouts dans 4 à 8 p.cent d'alcool à des doses de 40 à 80 mg/kg, donnait seulement 10 p.cent de mortalité (33).

Ces auteurs ont aussi mené des tests de toxicité subchronique en injectant de l'ambrosine (3 mg/kg) par voie intramusculaire à des rats pendant dix jours et n'ont trouvé aucun signe de toxicité.

Des données récentes de Allard (88) n'ont révélé aucune toxicité chez Rattus Norvegicus à 5 g/kg de poudre de feuille d'Ambrosia (per os).

De même, Diaw et Vassiliades (81) n'avaient pas remarqué d'effets secondaires chez des souris à qui ils ont donné à boire de l'eau contenant 1000 mg/l d'ambrosia fraîche et sèche pendant une semaine.

Chez les humains, l'apparition de dermatites allergiques causées par les lactones sesquiterpéniques des chrysanthemum sp. chez les horticulteurs, semble avoir été signalée par Abu Shady à propos d'Ambrosia maritima. Mais ceci n'a pas été confirmé par d'autres auteurs.

### VII.3. Toxicité sur les poissons

Quelques essais ont été réalisés par Sherif et El Sawy (66) qui ont démontré que Tilapia nilotica n'est pas affecté par une exposition à 100 mg/l durant deux jours.

Vassiliades et Diaw (81) signalent que Lebistes reticulatus (Cuppy) peut supporter des doses de 100 à 1000 mg/l durant quinze jours.

Ces mêmes auteurs (82) ont cependant observé une faible mortalité chez la même espèce dans des expériences in vivo à 400 mg/l de plantes. Mais cette mortalité est attribuée à d'autres modifications physicochimiques du milieu.

Malheureusement, tous ces essais ne se sont pas déroulés dans des conditions standardisées d'expérimentation, contrairement à ceux de Allard (88).

En effet, ce dernier a travaillé sur des alevins de 3 à 4 semaines de Lebistes reticulatus soumis à la poudre de feuilles d'Ambrosia à 1g/l et à un extrait méthanolique à des concentrations allant de 0,625 g/l à 5 g/l.

Il trouve 100 p.cent de mortalité dans les deux cas chez les alevins, mais n'a pu déterminer les  $DL_{50}$  et  $DL_{95}$ . Selon Allard, la toxicité de la poudre de feuille serait liée à l'adsorption de l'oxygène du milieu à ces doses. Mais l'utilisation de l'extrait permet une solubilisation optimale des lactones sesquiterpéniques contenus dans Ambrosia et démontre une toxicité aigue sur Lebistes reticulatus (88).

#### VII.4. Toxicité sur les invertébrés

##### a)- Sur les larves de moustiques

La toxicité d'Ambrosia sur les insectes et leurs larves a été examinée par Shérif et El Sawy (cités par Geerts) (33).

Travaillant sur les larves de Culex et Anopheles, ils n'ont trouvé aucune toxicité à 1000 mg/l.

Les mêmes auteurs reviennent sur leurs expérimentations en 1986, et montrent qu'à 2000 mg/l, il y avait une mortalité.

La susceptibilité des larves augmente avec leur stade de développement.

.../

b)- Sur les cercaires et miracidia de Schistosomes -  
Cercaires et métacercaires de Fasciola

Shérif et El Sawy ont montré que tous les cercaires et miracidia de Schistosomes sont tués à la concentration de 1000 mg/l (68).

Shidom et Geerts signalent une mortalité des cercaires et metacercaires de Fasciola sous l'action d'Ambrosia.

VII.5. Phytotoxicité d'Ambrosia

Shérif et El Sawy (68) n'ont remarqué aucun effet toxique d'Ambrosia sur la salade ou Elodea ni sur Azolla. Cependant, d'autres études sur la phytotoxicité doivent être menées.

A l'heure actuelle, des travaux de toxicité plus précis sont menés à l'Institut de Médecine Tropical à Anvers (Belgique) en vue d'évaluer complètement toute possibilité de toxicité subchronique d'Ambrosia maritima sur les organismes non cibles et aux doses molluscicides.

TROISIEME PARTIE

\*\*\*\*\*

PARTIE EXPERIMENTALE

\*=\*\*

CHAPITRE I : EXPERIMENTATION EN LABORATOIRE

\*\*\*\*\*

1.1. Matériel

1.1.1. Matériel d'élevage et d'expérimentation

a)- Matériel d'élevage

L'élevage des mollusques cibles utilise trois types de bacs en plastique :

- les premiers, rectangulaires, blanchâtres, de 35 cm de long, 18 cm de large et 21 cm de profondeur sont recouverts d'une toile moustiquaire ;
- les seconds sont rectangulaires, opaques, de couleur noire et ont 54 cm de long, 27,5 cm de large et 13 cm de profondeur ;
- les troisièmes sont carrés, grisâtres, de 33,5 cm de côté et 13 cm de profondeur.

Les deux derniers types ne sont pas recouverts de toile moustiquaire.

b)- Matériel d'expérimentation

Les expériences sont réalisées selon les normes souhaitées par l'O.M.S., reprises par Malek et Cheng (47), et nécessitent plusieurs types de récipients :

- Un premier récipient dans lequel est versé un litre d'eau déchlorinée pour 10 mollusques testés.  
Ce récipient en plastique est de 12,5 cm de côté sur 6 cm de profondeur, en ce qui concerne les mollusques des genres Bulinus et Biomphalaria. Il est cylindrique, de 9 cm de diamètre sur 25 cm de hauteur en ce qui concerne le genre Lymnea.

.../

Les raisons d'utilisation de récipients différents selon le genre sont expliquées ultérieurement.

- Un deuxième récipient emprisonnant les mollusques testés est immergé dans le premier.  
Ce deuxième récipient est de 9 cm de diamètre sur 3,5 cm de profondeur pour les genres Bulinus et Biomphalaria. Il est de 7 cm de diamètre sur 3,5 cm de profondeur pour le genre Lymnea.

L'emprisonnement des mollusques est assuré par la disposition d'une couche de gaze fixée par un élastique à l'ouverture du récipient immergé.

#### 1.1.2. Matériel biologique

##### a)- L'élevage des mollusques

Les mollusques utilisés dans les différents tests sont élevés et adaptés en conditions de laboratoire.

Quatre espèces locales différentes sont disponibles : Lymnea natalensis, Bulinus globosus, Bulinus forskalii et Biomphalaria pfeifferi.

##### . Origine des mollusques

Pour la constitution de l'élevage et excepté Biomphalaria pfeifferi, toutes les espèces sont récoltées à partir d'un site naturel à Lampsar. Les Biomphalaria pfeifferi proviennent du jardin botanique de la Faculté des Sciences de l'Université Cheikh Anta DIOP.

##### . Conditions générales de l'élevage

L'élevage des mollusques est assuré dans les bacs précités. L'eau y est renouvelée hebdomadairement et est déchlorinée au préalable. La température moyenne de l'eau est de 25°C avec un maximum en Juin-Juillet de 30°C et un minimum de 18°C en Décembre-Janvier.

Le pH diurne est variable. A la mise en bac, l'eau a un pH de 7, il passe à 8,60 après une semaine.

L'alimentation était constituée au départ de salade fraîche. Cependant, la putréfaction rapide de cette salade causait une forte mortalité chez les jeunes.

De la salade séchée à l'étuve a alors été utilisée, mais le même phénomène est intervenu.

Aussi, l'utilisation de son de blé broyé et répandu à la surface des bacs d'élevage a éliminé ces phénomènes de putréfaction.

Cependant, face à une mauvaise reproduction des mollusques, un "aliment poussin" contenant du son de blé, du son de maïs et de la farine de poisson a été finalement adopté.

Cette farine tamisée était répartie à la surface des bassins une fois par semaine.

#### . La reproduction

Elle commence lorsque les mollusques atteignent une taille de 4 à 6 mm de long en fonction des espèces.

Les supports de ponte dans les bacs consistent en blocs de polystyrène expansé en flottation.

De fortes variations de taille des gelées de ponte comme du nombre d'embryons par gelée, en fonction de l'espèce et de l'âge ont été remarquées.

Le développement de ces gelées de ponte est inhibé par les phénomènes de putréfaction. Ce qui rend important le renouvellement de l'eau pour l'évolution normale des gelées.

Au début, un élevage polyspécifique, c'est-à-dire associant deux ou trois espèces différentes par bac, a été tenté. Mais, des phénomènes de compétition entraînent la disparition de l'espèce la moins résistante.

Finalement, seuls des élevages monospécifiques sont menés.

. Conditions particulières à chaque espèce

- Lymnea natalensis

A la mise en place de l'élevage en laboratoire, une mortalité élevée chez les jeunes mollusques a pu être observée.

Après l'éclosion, le renouvellement de l'eau a dû se faire deux fois par semaine pour que les jeunes puissent survivre.

Il a fallu également enlever régulièrement les mollusques morts pour éviter les phénomènes de putréfaction.

Les gelées de ponte sont blanchâtres, allongées et cylindriques, de 5 à 10 mm de long. L'incubation varie de 10 à 20 jours en fonction de la température ambiante.

Les jeunes mollusques qui entrent en reproduction donnent des gelées de 5 mm de long pouvant contenir 10 à 20 embryons par gelée. Chez les adultes, les gelées ont 10 mm de long et peuvent contenir jusqu'à 70 embryons par gelée visibles par transparence.

Après l'éclosion, les jeunes lymnées ont tendance à vivre en surface sur les parois des bacs.

Le nombre de morts par changement d'eau varie chaque fois de 4 à 6 mollusques par bac. Les mortalités sont plus marquées dans le groupe des mollusques de 12 à 14 mm et ceux de 0,5 à 1 mm de long.

- Bulinus globosus

C'est une espèce relativement résistante dans nos conditions d'élevage. Ces bulins pondent des gelées jaunâtres, réniformes de 2 à 5 mm de diamètre pouvant contenir de 5 à 30 embryons par gelée.

La période d'incubation est généralement plus courte que celle des lymnées : 7 à 12 jours en fonction de la température ambiante.

Comme les jeunes lymnées, les jeunes bulins vivent aussi à la surface de l'eau bien que quelques uns puissent vivre au fond des bacs.

La mortalité par changement d'eau est de 2 à 5 mollusques par bac et concerne surtout les sénescents (taille de 8 à 12 mm).

- Bulinus forskalii

C'est l'espèce la plus résistante dans les conditions d'élevage en laboratoire. Elle a une capacité de reproduction importante en raison du nombre élevé de gelées qui sont pondues. Ces gelées sont jaunâtres, réniformes de 1 à 3 mm de long, avec une période d'incubation plus courte, de 7 à 10 jours.

Les bulinus forskalii sont très mobiles dans les bacs et une très forte mortalité par dessiccation après sortie des bacs est remarquée. Parfois, cette mortalité peut aller jusqu'à 20 mollusques par changement d'eau.

Contrairement aux autres espèces précitées, les B. forskalii jeunes vivent au fond des bacs et sur leurs parois. C'est la seule espèce chez qui, nous avons observé une surpopulation rapide qui peut entraîner des mortalités importantes (71 morts dans un bac et pour une semaine).

Certains B. forskalii peuvent reprendre vie après avoir séjourné 24 heures hors des bacs, d'où leur résistance à la dessiccation.

- Biomphalaria pfeifferi

Cette espèce possède presque les mêmes caractéristiques de reproduction que Bulinus forskalii. Les gelées pondues en très grand nombre sont jaunâtres, réniformes, de 1 à 3 mm de long et la période d'incubation varie de 7 à 12 jours.

Les jeunes Biomphalaria pfeifferi sont surtout benthiques dans les bacs et très résistants aux phénomènes de putréfaction.

Leur mortalité naturelle est très faible 1 à 2 mollusques par changement d'eau et concerne surtout les adultes (9 à 10 mm de diamètre).

Conclusion

Dans nos conditions de laboratoire, un bon élevage a toujours nécessité :

1. un renouvellement de l'eau une à deux fois par semaine ;
2. une alimentation en poudre fine répandue en faible quantité une fois par semaine à la surface de l'eau pour éviter les phénomènes de putréfaction ;
3. une surveillance stricte pour enlever les mollusques morts ;
4. une bonne répartition des mollusques par bacs pour éviter le phénomène de surpopulation ;
5. un maintien d'élevages monospécifiques pour éviter la compétition entre espèces différentes.

Cet élevage nous a permis de tester en laboratoire l'action molluscicide de la poudre d'Ambrosia sur l'ensemble des espèces citées.

b)- La plante

La poudre de feuilles d'Ambrosia utilisée pour mener les tests molluscicides a été obtenue essentiellement à partir de populations d'Ambrosia égyptiennes cultivées au Sénégal.

En effet, initialement, les premiers résultats ont signalé la plante égyptienne sept à dix fois plus efficace que la Sénégalaise (70, 81).

Partant de ce principe, nous avons surtout travaillé sur l'implantation de la plante égyptienne au Sénégal.

En plus, pour éviter les variations liées au milieu, à la génération et aux conditions de culture, nous avons utilisé un mélange de poudres de provenance et de génération différentes et cueillies après floraison.

Ainsi, la poudre de feuilles testée et tamisées sur tamis de 250  $\mu$ , est-elle constituée de :

1. poudre de feuilles d'Ambrosia maritima égyptienne, cultivée à Thiaroye en génération  $F_4$  et cueillie le 05.08.1986 après floraison ;
2. poudre de feuilles d'Ambrosia égyptienne, cultivée à Lampsar en génération  $F_3$  et cueillie le 10.07.1987 après floraison ;
3. poudre de feuilles d'Ambrosia égyptienne, cultivée à Rufisque en génération  $F_4$  et cueillie en Juin 1987 après floraison.

Ce mélange est constitué de 10 g de chaque poudre soit 30 g au total.

La poudre de mélange est conservée dans un bocal fermé hermétiquement, à l'abri de la lumière et de l'humidité.

## 1.2. Méthode

### 1.2.1. Méthode expérimentale

Les tests molluscicides sont réalisés selon le protocole décrit par l'O.M.S. et repris par Malek et Cheng (47) pour un test d'immersion des mollusques pendant quatre jours dans la solution molluscicide ou "slow release test".

Cependant, il nous a fallu mettre au point un nouveau protocole expérimental au laboratoire de l'E.I.S.M.V. en raison de la non adaptation des espèces testées à ce protocole classique décrit par l'O.M.S.

a)- Description du protocole selon l'O.M.S. (47)

. Les mollusques

Pour chaque test, 10 mollusques sont placés dans un petit bocal de 6 cm de diamètre couvert par de la gaze pour en empêcher leur fuite. Dans le cas de Biomphalaria sp., tous les mollusques testés doivent être matures et d'une taille comprise entre 6 et 8mm. De préférence, les mollusques testés doivent être élevés en laboratoire.

. Le matériel expérimental de laboratoire

- Le bocal contenant les 10 mollusques est placé au centre d'un bécher de 15 cm de diamètre sur 11 cm de profondeur, dont la capacité doit être supérieure à un litre et qui contient un litre d'eau désionisée.

- La poudre de feuille passée au travers d'un tamis de 250  $\mu$  est conditionnée en double couche de gaze, attachée aux deux extrémités sous forme d'un cylindre et immergée à mi-hauteur du bocal d'expérimentation.

- Nombre de mollusques par concentration : 30 mollusques au moins doivent être exposés à chacune des concentrations utilisées pour avoir un niveau de mortalité compris entre 5 et 95 p.cent. Ces mollusques doivent être uniformes en âge et en taille.

- Nombre de tests par concentration : un minimum de trois tests est indispensable avec une concentration chacune.

- Les témoins négatifs : pour chaque série d'expérimentation, 10 mollusques sont maintenus dans les mêmes conditions et dans de l'eau déchlorinée, sans molluscicide.

- L'alimentation : les mollusques testés doivent être nourris 24 heures avant le début de l'exposition. Mais, ils ne le sont pas durant les périodes d'exposition et de récupération.

- Périodes d'exposition et de récupération : l'exposition est de 24 heures en test court ou de quatre jours en test long ("slow release test"). La mortalité est appréciée après un séjour de 24 heures des mollusques dans de l'eau déchlorinée et sous emprisonnement.

- Critères de mort : l'appréciation de la mortalité se fait en jugeant de la décoloration de la coquille et de l'absence de réponse musculaire à l'excitation du pied.

#### . Conditions générales de l'expérimentation

- La température ambiante doit être maintenue constante à  $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}$  si des Biomphalaria sp et Bulinus sp sont exposés.

Si d'autres mollusques aquatiques sont testés, la température doit être similaire à celle de leur habitat naturel.

- La luminosité : la lumière conventionnelle du laboratoire doit être utilisée avec des alternances diurnes normales.

- Le pH de l'eau est déterminé au début de la période d'exposition.

b)- Mise au point du protocole expérimental au laboratoire de l'E.I.S.M.V.

Le choix des espèces élevées est basé sur leur intérêt médical et vétérinaire et aussi sur leur aptitude à l'élevage.

Travaillant sur du matériel biologique à grande variabilité, il a fallu voir si les différentes espèces élevées s'adaptent aux conditions expérimentales décrites ci-dessus.

Une première série d'expériences en Avril 1986 sur Biomphalaria glabrata, strictement élevé en laboratoire a démontré leur parfaite adaptation aux conditions expérimentales précitées.

Cette espèce n'existant pas au Sénégal, l'élevage a été complètement détruit en Juin 1986.

Les mollusques, après destruction au formol pur ont été mis à dessiccation en laboratoire pendant douze mois et incinérés ensuite.

Après adaptation des espèces locales à l'élevage en laboratoire, le protocole expérimental préconisé par l'O.M.S. (47) a été éprouvé sur divers mollusques témoins.

Ainsi, pour Lymnea natalensis, les spécimens initialement utilisés avaient une taille comprise entre 5 et 8 mm. Cent pour cent de mortalité étaient cependant remarqués dans le modèle classique. Elle a probablement été liée à la taille importante des mollusques par rapport à l'espace disponible dans le bocal.

Nous avons donc utilisé des spécimens de 2 à 4 mm comme préconisé par Geerts et al (70).

Au total, 100 mollusques témoins négatifs ont été manipulés aussi bien en test long qu'en test court et aucune mortalité n'a été enregistrée.

Pour les autres espèces, Bulinus globosus, Bulinus forskalii et Biomphalaria pfeifferi, elles n'ont jamais pu s'adapter à ce modèle expérimental classique et cela quelle que soit leur taille.

Un système légèrement modifié a donc été utilisé. Il consiste en l'emploi de récipient des 12,5 cm de côté sur 6 cm de hauteur dans lesquels les mollusques testés sont immergés dans un litre d'eau désionisée et confinés dans un bocal de 9 cm de diamètre sur 3,5 cm de hauteur.

Ainsi, ces trois espèces se sont parfaitement adaptées à ce modèle comme l'on démontré les expérimentations témoins menées sur 50 mollusques pour chaque espèce.

Chez Biomphalaria pfeifferi, des spécimens de 6 à 8 mm ont été utilisés comme préconisé par l'O.M.S. (47).

Pour Bulinus globosus, les individus de 5 à 7 mm se sont révélés les plus aptes.

Enfin chez Bulinus forskalii, les mollusques de 3 à 6 mm ont pu être utilisés.

Les expériences ont lieu sur la paillasse du laboratoire, toujours au même endroit et à la température ambiante.

#### 1.2.2. Concentrations étudiées

Divers gradients de concentrations ont été testés selon l'espèce de mollusque.

Chez Lymena natalensis : cinq concentrations ont été utilisées de 60 à 140 mg/l de poudre de feuilles sèches d'Ambrosia (Tableau n°12, page 97).

Chez Bulinus globosus, sur les sept concentrations utilisées, la première (60 mg/l) s'est avérée totalement inefficace sur 20 mollusques testés. Il en est de même pour les concentrations de 80 et 100 mg/l respectivement sur 30 et 40 mollusques testés pendant quatre jours (Tableau n°13, page 98).

Pour Bulinus forskalii, cinq concentrations ont été utilisées de 100 à 180 mg/l pour un nombre minimal de 30 mollusques par concentration (Tableau n°14, page 99).

Concernant Biomphalaria pfeifferi enfin, cinq concentrations ont été aussi utilisées, de 80 à 160 mg/l avec un nombre de 30 mollusques testés par concentration (Tableau n°15, page 100).

Concentrations en mg/l	Nombre de mollus- ques testés	Nombre de mollus- ques morts	Pourcentage de mor- talité (p. cent)
60	50	14	28
80	100	38	35
100	100	54	54
120	90	54	60
140	50	40	80
Témoins	120	19	15,83

TABLEAU N° 12 : Action molluscicide de la poudre d'Ambrosia sur  
Lymnea natalensis (Essais de Décembre 87 à Mars 88).

Concentrations en mg/l	Nombre de mollus- ques testés	Nombre de mollus- ques morts	Pourcentage de mor- talité (p. cent)
60	20	0	0
80	30	0	0
100	40	0	0
120	70	9	13
140	50	20	40
160	40	26	65
180	30	26	87
Témoins	70	0	0

TABLEAU N° 13 : Action molluscicide de la poudre d'Ambrosia sur  
Bulinus globosus (Essais de Février 88 à Mai 88).

Concentrations en mg/l	Nombre de mollus- ques testés	Nombre de mollus- ques morts	Pourcentage de mortalité (p.cent)
100	30	2	7
120	50	7	14
140	40	7	17
160	30	15	50
180	30	21	70
Témoins	60	1	1,68

TABLEAU N° 14 : Action molluscicide de la poudre d'Ambrosia sur  
Bulinus forskalii : (Essais de Mars 88 à Avril 88)

Concentrations en mg/l	Nombre de mollus- ques testés	Nombre de mollus- ques morts	Pourcentage de mortalité(p. cent)
80	30	0	0
100	30	1	3
120	30	3	10
140	30	5	17
160	30	8	27
Témoins	30	0	0

TABLEAU N° 15 : Action molluscicide de la poudre d'Ambrosia sur  
Biomphalaria pfeifferi (Essais de Mai à Juin 1988)

### 1.2.3. Analyse des résultats

Les résultats comme les doses léthales 50 sont appréciés par la méthode des probits selon Finney et traités sur ordinateur Apple IIc et à partir d'un programme informatique réalisé à l'E.I.S.M.V. (Drs Bornarel et Belot).

Cette analyse repose sur le fait que le titrage de l'activité molluscicide d'Ambrosia maritima repose sur une courbe dose-réponse qui prend une forme caractéristique en "S" en général asymétrique, car la réponse enregistrée est qualitative du type "tout ou rien".

En utilisant les logarithmes des doses, nous obtenons une courbe en "S" mais symétrique comme une courbe normale cumulée.

Pour améliorer encore le système, on admet l'hypothèse de normalité de la distribution des seuils de réactivité sur chaque sujet engagé dans l'expérience. Si la dose est inférieure au seuil, nous avons échec, si elle est supérieure, nous avons succès. Il y a une identification complète entre la fonction de répartition (cumulative) des seuils et la courbe dose-réponse d'une réaction en "tout ou rien".

Par un changement de variable appropriée, il est enfin possible de transformer cette courbe cumulative en droite. Ainsi la transformation en "probit" (condensation de l'expression "probability unit") repose sur l'utilisation de la variable normale réduite à laquelle on ajoute 5 pour éviter les valeurs négatives. Cette variable ayant la valeur 0 pour un pourcentage de 50 p.cent, le probit correspondant a donc la valeur 5. On utilise des tables pour transformer les pourcentages observés. On effectue ensuite un calcul de régression de Y sur X permettant d'établir l'équation de la droite dose-réponse, qui définit le système et permet des comparaisons à condition de limiter la zone de doses utilisables à la partie linéaire de la régression centrée sur la  $DL_{50}$ .

L'hypothèse biologique sur laquelle repose la transformation "probit" doit admettre un facteur individuel très marqué, c'est-à-dire l'existence d'un seuil pour chaque sujet soumis à l'essai.

On peut voir parfois apparaître de ce fait une répartition grossièrement linéaire des points expérimentaux.

Il y a fluctuation (écarts) de part et d'autre d'une tendance générale linéaire. Ceci provient du fait que les divers sujets soumis à une même dose  $X$  ont été traités "ensemble". On a introduit aussi un facteur d'hétérogénéité entre les doses. On peut poursuivre l'analyse malgré cela mais à la condition de consentir une perte notable d'information : il faut multiplier toutes les variances établies par un facteur d'hétérogénéité dérivé du  $\text{CHI}^2$  et utiliser le  $t$  de Student au lieu de la table de la loi normale. On ne peut malheureusement pas échapper à cet inconvénient sans bouleverser profondément le protocole expérimental (89).

### 1.3. Résultats et discussions

Les valeurs relatives aux doses léthales 50 et aux variances sont reportées au tableau n°16, page 103.

ESPECES TESTEES	LYMNEA NATALENSIS	BULINUS GLOBOSUS	BULINUS FORSKALII	BIOMPHALARIA PFEIFFERI
Doses léthales 50 en mg/l (Lim.inf - Lim.sup)	96 (88,7 - 103,8)	148,5 (142,5 - 154,8)	160,8 (149,1 - 173,4)	187,3 (160,1 - 219,7)
Chi carré (X <sup>2</sup> )	3,62 (NS)	4,56 (NS)	5,94 (NS)	6,77 (NS)
Degré de Liberté (DDL = L - 2)	3	5	3	3
Log DL <sub>50</sub> (Lim.inf - Lim.sup)	1,98 (1,95 - 2,02)	2,17 (2,15 - 2,19)	2,21 (2,17 - 2,24)	2,27 (2,2 - 2,34)
Variance Log DL <sub>50</sub> (S <sup>2</sup> D)	0,00030116795	0,0000830762169	0,000279774123	0,0012103859

Tableau N° 16 : Doses léthales 50 p.cent et variances sur les différentes espèces testées

NS : Non significatif.

Dans tous les cas, un chi carré non significatif montre l'absence d'hétérogénéité et la précision obtenue sur les résultats grâce au grand nombre de mollusques utilisés par concentration.

L'examen de ces différentes  $DL_{50}$  montre qu'il existe une sensibilité spécifique au mélange de poudre d'Ambrosia maritima utilisé.

En ce qui concerne Lymnea natalensis, la seule espèce sénégalaise du genre Lymnea déjà testée par d'autres auteurs, la  $DL_{50}$  est de 96 mg/l. Ce chiffre est nettement inférieur à celui trouvé par Vassiliades et Diaw (81) qui obtiennent 100 p.cent de mortalité à 375 mg pour une population sénégalaise d'Ambrosia maritima.

Une plus grande efficacité de la plante égyptienne même cultivée au Sénégal s'observe sur Lymnea natalensis dans notre cas. Cette  $DL_{50}$  reste nettement inférieure à celles observées pour les autres espèces.

Les résultats obtenus sur deux espèces de Bulinus importants dans la transmission des trématodoses locales, s'ajoutent à la liste des tests réalisés sur le genre dans d'autres pays et au Sénégal.

Nos  $DL_{50}$  de 148,5 mg/l pour Bulinus globosus et 160,8 mg/l sur Bulinus forskalii, sont nettement supérieures aux chiffres obtenus par les égyptiens qui signalent 100 p.cent de mortalité sur Bulinus truncatus à 70 mg/l.

Ceci tendrait à prouver une variation de sensibilité selon les espèces dans un même genre.

Vassiliades et Diaw (81), travaillant avec la plante sénégalaise, ont montré qu'il faut 375 à 400 mg/l pour avoir 100 p.cent de mortalité chez Bulinus guernei.

Ce chiffre, bien qu'étant plus élevé que les nôtres, ne permet pas une comparaison en raison de l'utilisation d'espèces de Bulinus différentes.

En ce qui concerne les espèces que nous avons testées, Bulinus globosus s'est avéré plus sensible dans nos conditions expérimentales que Bulinus forskalii.

Nos chiffres sur Biomphalaria pfeifferi où la  $DL_{50}$  est de 187,3 mg/l sont les premiers sur l'espèce et ne peuvent donc être comparés à ceux nettement inférieurs obtenus sur les autres Biomphalaria ( $DL_{100}$  sur le genre : 70 mg/l).

Selon un rapport de l'O.M.S. (cité par Gretillat) (36), B. pfeifferi et B. glabrata (*Australorbis glabratus*), seraient considérés comme des mollusques très résistants aux molluscicides. Pour cette raison, ils sont utilisés comme référence pour tester les nouveaux molluscicides. Ceci pourrait justifier la  $DL_{50}$  élevée obtenue chez B. pfeifferi par rapport aux autres mollusques testés. D'autres tests devraient donc être menés sur l'espèce pour confirmer les résultats obtenus.

En dehors de ces variations spécifiques, la durée de conservation du mélange pourrait être une explication des différences entre les  $DL_{50}$ .

En effet, le premier constituant du mélange (Thiaroye F<sub>4</sub> après floraison) était dans sa deuxième année de stockage. Et selon Geerts et al (70), il pourrait y avoir une diminution de l'efficacité durant la deuxième année de stockage mais le fait n'est pas démontré.

Ainsi, durant les six mois qu'ont duré nos tests, cette diminution expliquerait les grandes différences entre les  $DL_{50}$  des premières espèces testées et celles des dernières.

.../

Les deux derniers constituants ayant 5 et 7 mois de stockage respectivement, des variations liées au vieillissement du mélange ne seraient attribuables qu'au premier constituant vieux de dix-huit mois. L'utilisation de plantes d'origine et de générations différentes, atténue cependant les variations liées à ces facteurs.

### Conclusion

Ce type d'expérimentation, utilisant essentiellement du matériel biologique, une plante et des mollusques, peut montrer une certaine variabilité des résultats.

Ces variations sont liées autant au matériel biologique testé qu'au type d'expérimentation utilisé en laboratoire.

Cependant, l'effet molluscicide d'Ambrosia maritima est confirmé sur les espèces de mollusques déjà testés mais devrait aussi être précisé sur celles non encore testées avant son utilisation dans un programme de lutte contre les trématodes.

## CHAPITRE II : LES SITES SIMULES OU "SIMULATED FIELD SITES"

\*\*\*\*\*

### II.1. Définition et importance

Selon Sturrok et Duncan (76), une étape intermédiaire importante entre les tests en laboratoire et les essais sur le terrain, est représentée par l'utilisation de sites simulés artificiels.

Les sites simulés sont des habitats artificiels de mollusques, construits par l'homme et destinés à évaluer les caractéristiques d'une plante molluscicide dans un environnement proche des conditions naturelles. De ce fait, ils sont soumis aux conditions du milieu extérieur. Les tests en sites simulés peuvent donc donner des informations quantitatives exactes sur l'effet molluscicide d'une plante et dans un environnement local.

L'effet des facteurs physico-chimiques peut être examiné dans des conditions partiellement contrôlées avant d'aller sur le terrain. Aussi, lorsque la toxicité aiguë d'une plante est inconnue, les sites simulés constituent un lieu idéal d'essai sans risque pour les populations locales (76).

Pour toutes ces raisons, ils constituent un intermédiaire important entre les tests en laboratoire et les essais sur le terrain.

### II.2. Les conditions générales

#### II.2.1. Mise en place des canaux expérimentaux (planche n°1, page 108)

Ce sont des canaux creusés dans un sol latéritique et situés à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar. Longs de six mètres, ces canaux ont une largeur de 0,8 m et une profondeur de 0,4 m pour certains (canaux n°s 6, 8 & 9) et 0,25 m pour d'autres (canaux n°s 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15 & 16).

.../



Planche N° 1 : Vue d'ensemble des canaux expérimentaux



Planche N° 2 : Canal expérimental vu de près

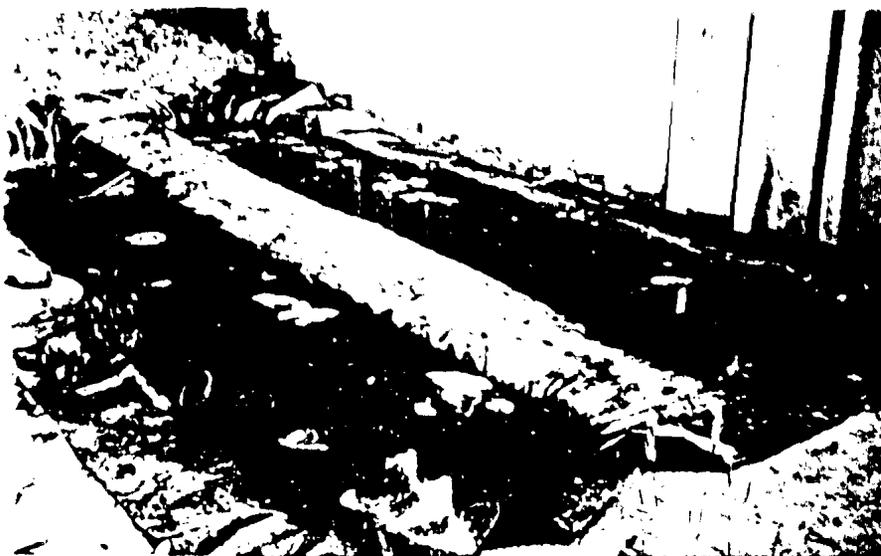


Planche N° 3 : Canal expérimental montrant les vagues de moulinet



Planche N° 4 : Canal expérimental en condition de régime laminaire

Ils sont recouverts d'une toile noire en polyéthylène débordant largement à l'extérieur. La partie externe de la toile est immobilisée par dépôt de matériel lourd (pierre, métal).

Ces canaux sont construits à l'air libre sans clôture ni couverture et donc soumis aux conditions locales.

Un dispositif de plomberie est mis en place pour permettre un remplissage continu des canaux.

Il n'y a pas de système d'évacuation, le niveau de l'eau est maintenu constant et le changement n'a lieu qu'après les expérimentations molluscicides.

Des plantes poussant naturellement à proximité sont principalement représentées par : Bossia senegalensis (caparidaceae), Albizia lebbek (mimosaceae) et des graminées sur le rebord des canaux.

Ces canaux, numérotés de 6 à 16, ont été mis en eau aux mois de Février et Mars 1987 pour les numéros 7, 8, 9 et 10, et en Aout pour les autres.

L'eau courante utilisée y est laissée à déchloriner pendant trois à quatre jours, avant l'ensemencement des mollusques.

Ce système de canaux expérimentaux, à notre connaissance, le premier à être utilisé en Afrique Occidentale, nous a permis de préciser l'effet molluscicide d'Ambrosia maritima L sur les mollusques locaux, en conditions semi-naturelles.

Il a aussi facilité l'appréciation d'un certain nombre de facteurs physico-chimiques (pH, température) et biologiques (poissons, grenouilles), dans ces conditions.

Ces canaux ont été régulièrement suivis de Février 1987 à Juillet 1988.

Des blocs de polystyrène expansé de 10 cm de long sur 5 cm de large en moyenne, sont disposés comme support de ponte des mollusques dans chaque canal (planche n°2, page 108)

## 11.2.2. Evolution des facteurs du modèle expérimental

### 11.2.2.1. Facteurs physico-chimiques

#### a)- La température (Graphiques n°s 1 & 2, pages 113 et 114)

La mesure de la température est effectuée à 10 cm de profondeur et à trois points équidistants dans le canal, au moyen d'un thermomètre à mercure classique, gradué de -10 à +250°C. La mesure est réalisée soit le matin ou le soir. La moyenne des valeurs obtenues constitue la température du canal pour chaque prélèvement (Tableau n°17, pages 111 et 112 : période du 20.03.1988).

Le tracé des courbes de température montre une variation générale probablement liée à la température ambiante.

En effet le maximum de température (37,2°C) observé dans le canal n°10 est survenu le 09.09.1987, alors que le minimum (18,6°C) observé dans le canal n°12 a lieu le 28.01.1988.

Selon la Direction de la Météorologie Nationale, les températures moyennes mensuelles diurnes à Dakar ont varié d'un minimum de 19,67°C en Février 1988 à un maximum de 27,50°C en Octobre 1987 (53) durant notre période d'observation.

Les fortes valeurs de température de l'eau des canaux enregistrées (37,2°C), par rapport à la température ambiante, pourraient être liées au facteur absorbant de la chaleur représenté par la toile plastique noire. Une différence de 8,6°C a été observée par rapport à la température ambiante maximale. Des variations de 1 à 2°C sont observées entre les différents canaux

DATES	7				8				9				10					
	Température		Mollusques		Température		Mollusques		Température		Mollusques		Température		Mollusques			
	°C	pH	LN	BP	°C	pH	LN	BP	°C	pH	LN	Bg	BP	°C	pH	LN	Bg	BP
20.03.87	27,2	8,5	1	1	27	9,0	4	1	26,6	8,3	56	0	9	29	8,6	11	0	5
25.04.87	26,2	8,7	1	1	26	8,6	3	1	26,2	8,6	50	0	8	27	9,2	9	0	3
18.06.87	33,5	8,7	20	20	34,5	8,8	3	0	34,8	8,7	52	0	8	36,2	9,4	27	0	0
17.08.87	31	6,9	13	2	30,5	8,7	13	0	30,8	7,7	1	0	21	31,7	6,8	0	0	5
25.08.87	34,2	7,8	16	0	34,2	7,4	12	0	33,2	7,2	1	0	12	37,2	5,9	0	1	0
09.09.87	32	7,8	14	5	31,2	8,4	11	4	31,5	7,8	3	12	21	33,1	8,0	0	0	3
16.09.87	34,6	8,2	13	3	33,5	8,7	4	2	33,8	8,5	0	5	12	35,6	8,3	0	4	1
21.09.87	34,7	8,6	15	6	34,7	8,7	9	8	34	8,4	0	6	13	34,5	8,4	0	26	2
26.09.87	31,2	6,5	7	10	32	7,2	4	3	31,5	6,6	0	5	2	33,1	6,9	0	27	4
01.10.87	33,7	7,5	5	8	33,5	6,5	10	9	33,5	5,8	7	15	8	33,6	7,4	0	42	2
26.10.87	32	8,3	13	5	32,1	8,6	10	8	32,7	7,2	0	3	12	33,2	8,2	0	35	0
06.11.87	32	8,5	0	0	32,8	8,0	0	0	31,5	7,0	0	0	0	33,6	8,1	0	33	0
20.11.87	25,1	8,4	11	0	25,1	7,3	8	1	25	6,3	10	0	0	24,6	7,9	0	76	0
04.12.87	25,6	8,8	(0) 18(8)2	0	28,6	7,3	9	1	28	8,8	7	0	0	28,6	9,2	0	84	0
28.12.87	25,1	9,0	(28)31(3)	0	25,7	8,7	80(92)122	0	25,7	8,8	0	0	0	26,2	8,2	19	109	0
14.02.88	27	8,3	(27)39(12)	0	26,8	7,7	65)114(49)	0	26	8,2	20	15	0	27	7,8	107	106	0
28.01.88	20	8,5	(34)57(23)	0	20,6	7,5	95)155(60)	0	20	7,9	40	8	0	19,2	7,9	131	98	0
09.02.88	23,1	8,3	(53)101(48)	0	24,4	8,3	108)187(79)	0	23,6	7,8	27	8	0	24,6	8,3	213	111	0
20.04.88	32	8,9	(192)274(82)	0	31,6	8,4	162)214(52)	0	32	7,7	(23)34(11)	0	0	32,2	8,9	128	3	0
05.05.88	23,6	9,1	(225)320(95)	0	24	8,3	214)290(76)	0	24	8,7	(255)300(45)	0	0	23,2	9,4	(11)83(72)	0	0
19.05.88	32	9,6	(300)395(95)	0	31,6	8,5	300)420(120)	0	31,6	9,8	(203)260(57)	0	0	31	10,7	(30)128(98)	0	0
02.06.88	27	8,8	(300)400(100)	0	27	8,8	(185)258(73)	0	27	9,3	(100)125(25)	0	0	29,2	9,7	(17)87(70)	0	0
17.06.88	28	9,2	(300)430(130)	0	28	9,4	(90)159(69)	0	28	9,6	(20)27(7)	0	0	28	9,3	(15)71(56)	0	0
07.07.88	30	8,0	(300)445(145)	0	30	8,3	(62)107(45)	0	29	9,1	(3)4(1)	0	0	30	9,2	(3)33(30)	0	0

- Traitement molluscicide

- (1) *Lymnea natalensis* de moins de 3 mm.
- (2) *Lymnea natalensis* de plus de 3 mm

LN = *Lymnea natalensis*  
 BP = *Biomphalaria pfeifferi*  
 Bg = *Bulinus guernei*

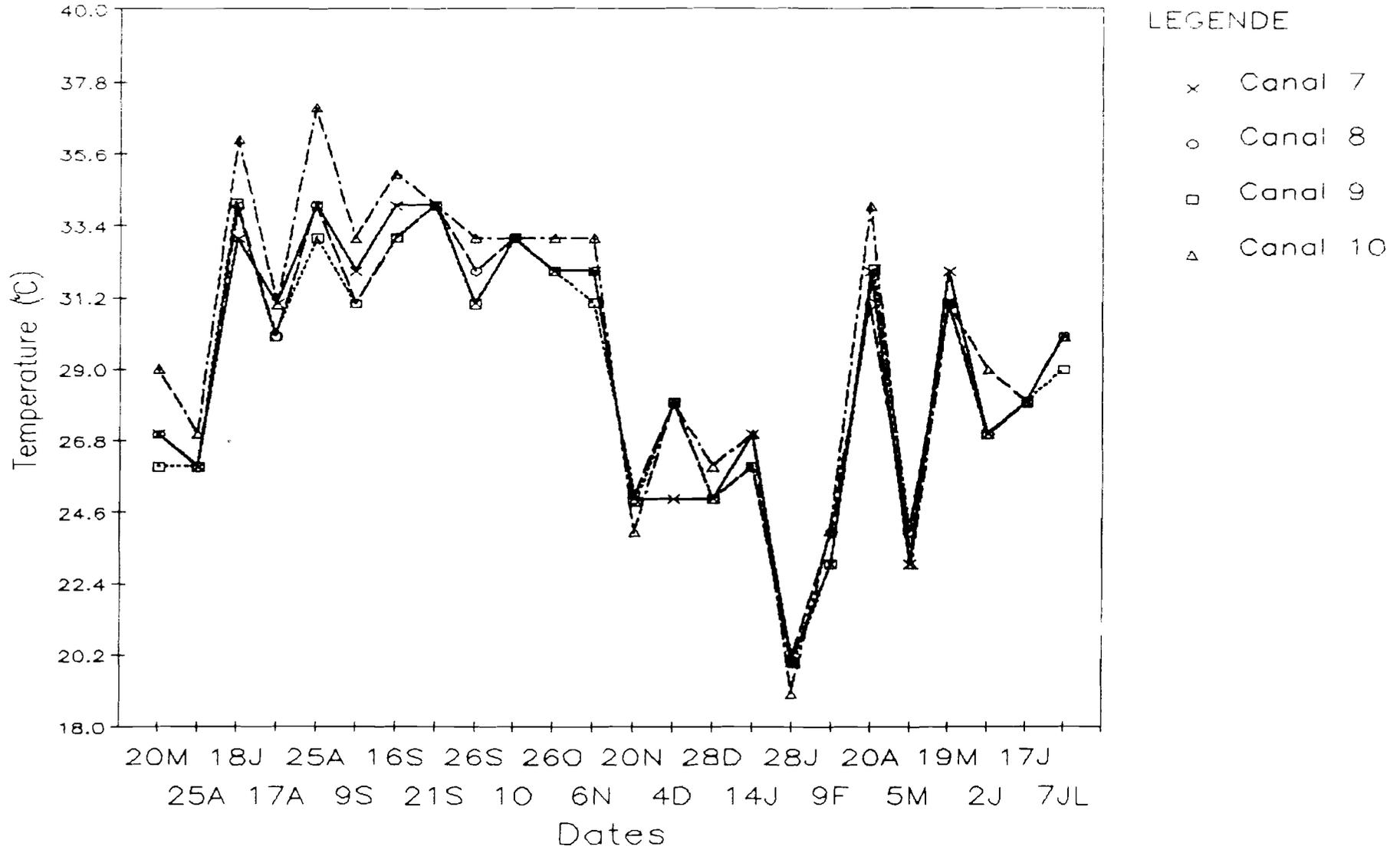
\* = Ensemencement en Février 1987

CANAUX	11			12			13			14		
	Température °C	pH	Mollusques LN	Température °C	pH	Mollusques LN	Température °C	pH	Mollusques LN	Température °C	pH	Mollusques LN
09.09.87	33,8	6,2	(0)1 OLN (°)	34	6,6	(°)1 OLN (°)²	33,8	5,8	(°) 0 (°)²	33,8	5,8	(°) 0 (°)²
16.09.87	36,1	7,6	(°) 0 (°)	36,2	7,9	0	37,1	8,8	0	36	8,9	0
21.09.87	34,2	8,3	(°) 0 (°)	34,1	6,4	0	33,6	8,3	0	33,8	8,0	0
26.09.87	32,5	6,0	(°) 0 (°)	32	6,3	(°) 1 (1)	32,8	6,0	0	32,1	6,4	0
01.10.87	33,7	7,6	(°) 10 (10)	33,8	6,2	(0) 1 (1)	34	7,5	0	33,8	7,8	0
26.10.87	33,1	8,4	(27) 44 (17)	33,1	8,0	(90) 142 (52)	33,5	8,1	0	34,2	7,9	0
06.11.87	33	8,7	(32) 54 (22)	34,2	7,9	(85) 145 (60)	33,8	8,0	(°) 1 (1)	32,6	8,5	(°) 3 (3)
20.11.87	24,1	7,4	(58) 87 (29)	24,1	7,4	(112) 157 (45)	24	7,9	(15) 31 (16)	24	8,0	(10) 28 (18)
04.12.87	30	8,2	(105) 163 (58)	30	8,5	(153) 249 (96)	30	9,0	( 9) 23 (14)	29,6	8,9	(10) 18 (8)
28.12.87	26,8	8,7	(85) 164 (79)	27	8,7	(115) 240 (125)	27	8,2	(140) 228 (86)	27,2	8,9	(32) 83 (51)
14.01.88	27	7,9	(125) 398 (273)	27	8,3	(275) 385 (110)	27,1	8,1	(201) 292 (92)	27,1	7,4	(268) 310 (42)
21.01.88	18,6	7,8	(300) 458 (158)	18,6	8,2	(300) 519 (219)	19,1	8,2	(300) 519 (219)	19	7,8	(255) 338 (83)
09.02.88	24	8,4	(225) 420 (195)	24	8,7	(134) 413 (279)	24,6	8,7	(275) 480 (205)	25	7,9	(250) 343 (93)
20.04.88	35	8,5	(30 ) 65 (35)	35	9,3	(40) 69 (29)	34,6	9,3	( 95) 170 ( 75)	34,6	8,8	(215) 344 (129)
05.05.88	22,5	9,0	(23 ) 55 (32)	22	10,2	(16) 44 (28)	22	9,9	( 98) 244 (146)	22,7	9,5	(163) 321 (158)
19.05.88	33,6	9,6	(12 ) 39 (27)	33,6	10,2	(28) 53 (25)	34	10,1	(110) 244 (134)	23	10,3	(115) 301 (183)
02.06.88	27	9,4	( 0 ) 14 (14)									
17.06.88	28	9,9	( 1 ) 8 ( 7)									
07.07.88	29	9,8	( 1 ) 3 ( 2)									

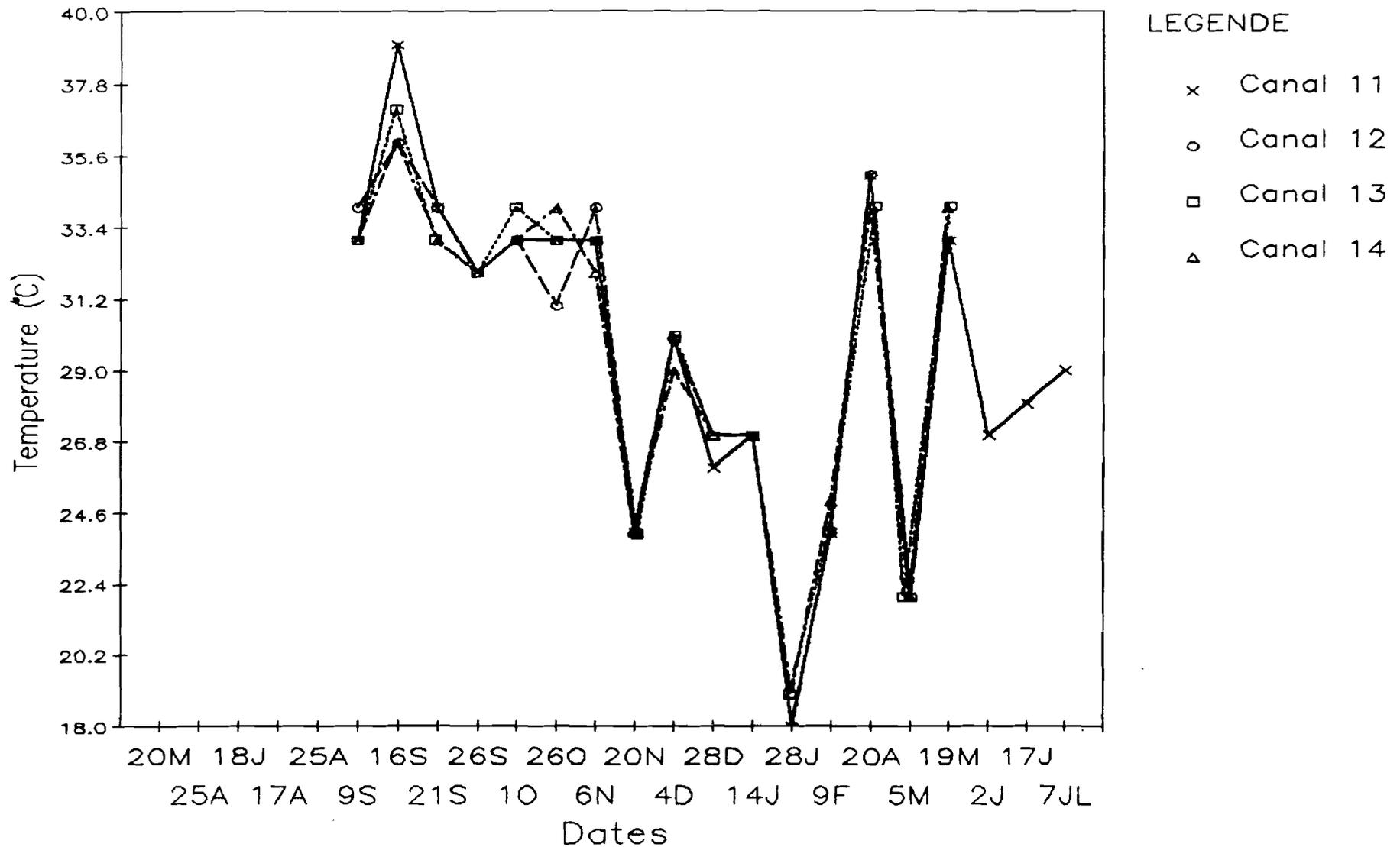
\* Ensemencement : le 29.08.1987

Tableau n° 17 : Variation de la température du pH et des mollusques dans les différents canaux du 20.03.1987 au 07.07.1988

Graphique 1  
Evolution Naturelle de la Temperature  
Canaux 7,8,9,10 - 20/3/87 au 7/7/88



Graphique 2  
 Evolution Naturelle de la Temperature  
 Canaux 11,12,13,14 - 9/9/87 au 7/7/88



surtout dans les numéros 7,8 et 9 où les températures sont légèrement inférieures à celles des autres. Cette différence pourrait être liée à la position ombragée de ces canaux à certains moments de la journée.

L'analyse des températures des canaux par les moyennes mobiles montre une tendance générale beaucoup plus régulière avec des variations allant d'un minimum de 28,9°C à 34,9°C de Mars à Septembre 1987 et de 23,3°C à 29,2°C de Novembre 1987 à Juillet 1988.

b)- Le pH (Graphiques n°s 3,4, pages 116 et 117)

A chaque mesure de la température, des échantillons de 15 à 20 ml d'eau de chaque canal sont recueillis dans des tubes numérotés de 7 à 14 et le pH diurne est mesuré en laboratoire (Tableau n°17, pages 111 et 112).

Le pH-mètre utilisé (marque Knick) permet la lecture directe du pH de l'eau (0 à 14) et de la conductibilité en millivolt (mv), à des températures de 0 à 80°C. Cet appareil est relié à une électrode immergée dans le tube pendant dix minutes avant la lecture du pH.

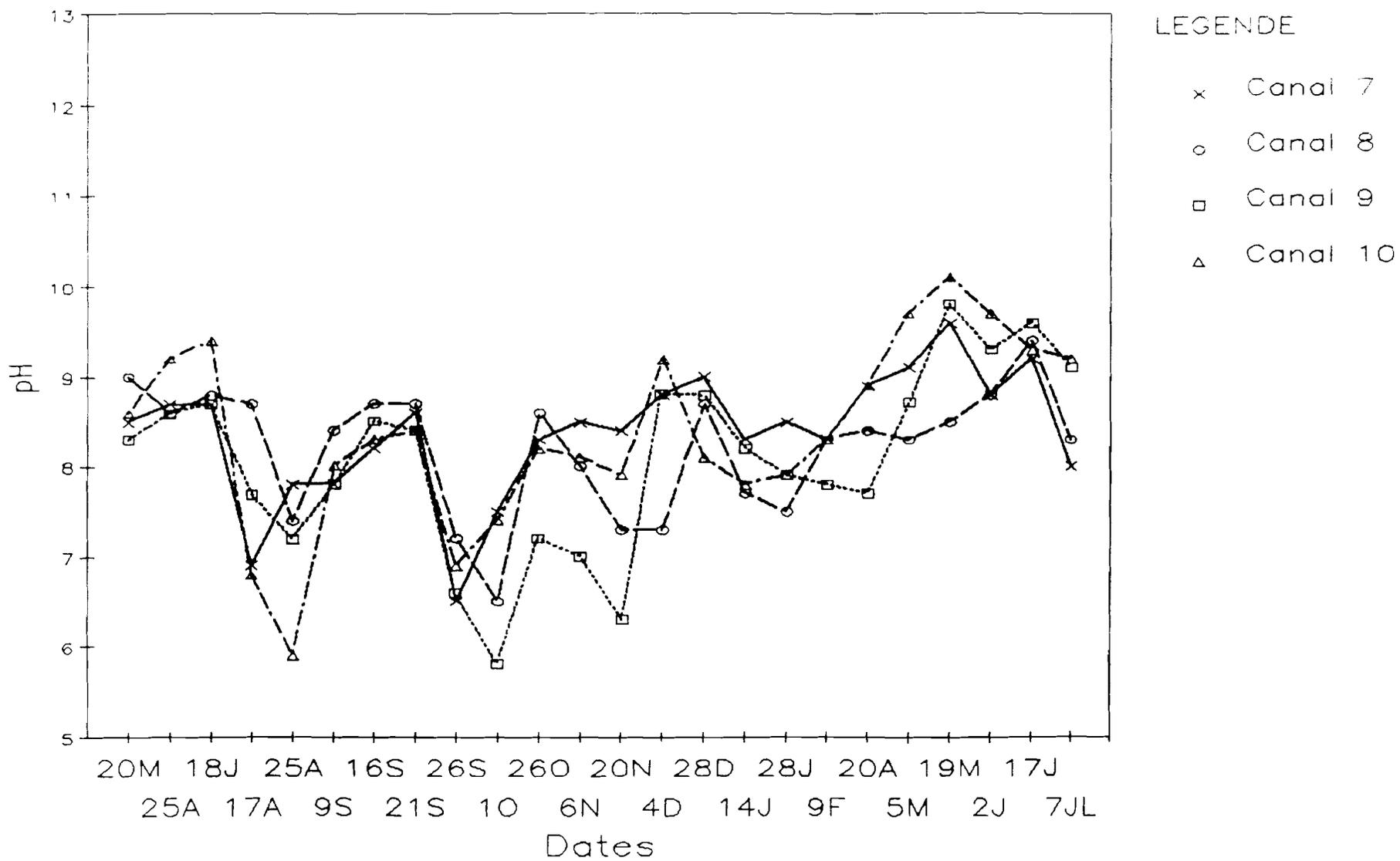
Les valeurs du pH diurne dans la période du 20.03.1987 au 07.07.1988 varient d'un canal à l'autre contrairement à l'évolution remarquée pour la température.

Ces pH varient progressivement d'un minimum de 5,8 le 01.10.1987 à un maximum de 10,3 le 19.05.1988, tous canaux confondus.

Ces variations pourraient être liées à certaines conditions climatiques comme à quelques facteurs intrinsèques.

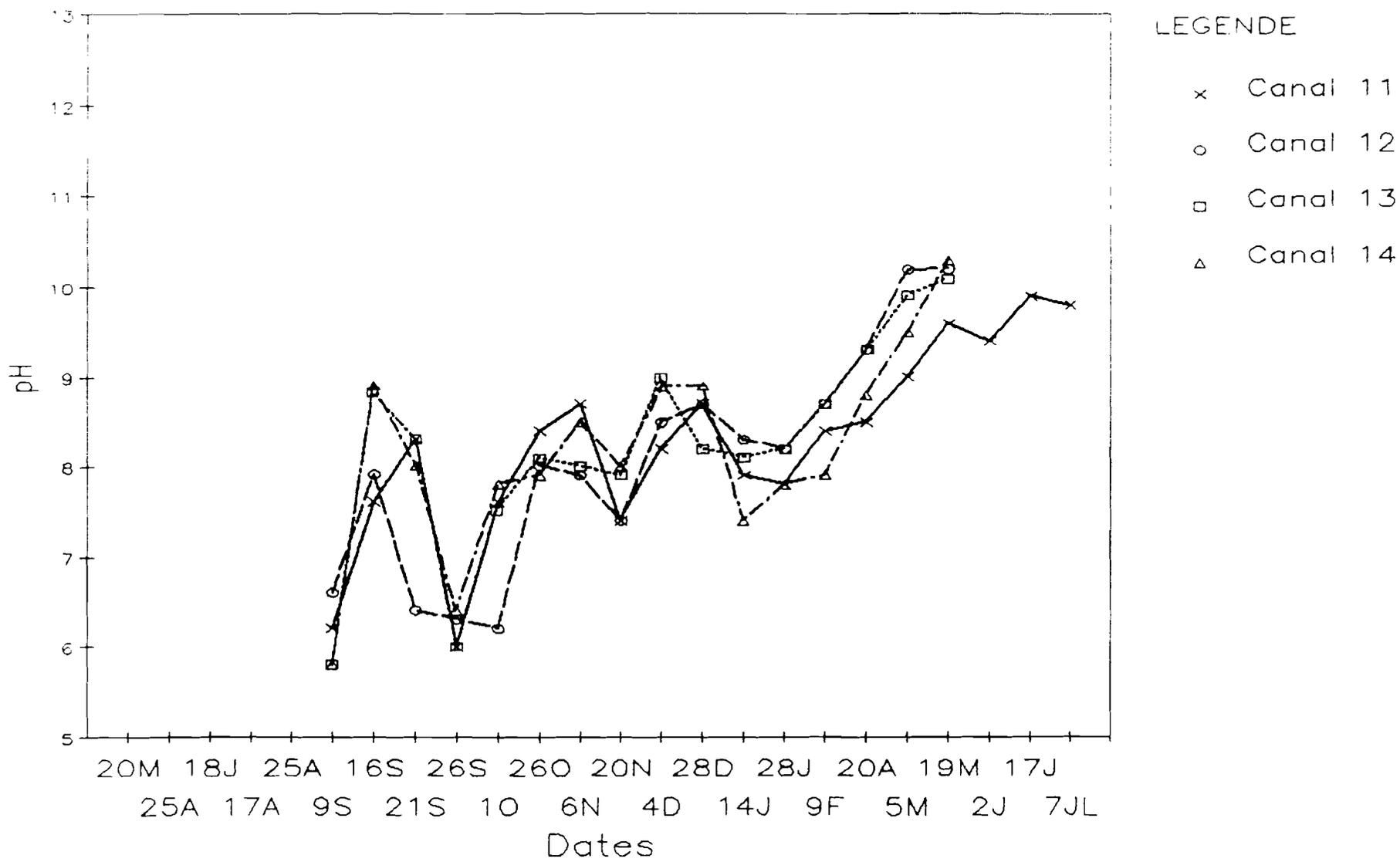
Parmi les causes climatiques, la pluie agit directement en réduisant le pH de l'eau des canaux.

Graphique 3  
Evolution Naturelle du pH  
Canaux 7,8,9,10 - 20/3/87 au 7/7/88



- 116 -

Graphique 4  
 Evolution Naturelle du pH  
 Canaux 11,12,13,14 - 9/9/87 au 7/7/88



- 117 -

En effet, une diminution du pH est observée entre le 18.06.1987 et le 25.08.1987, ce qui a correspondu à une période pluvieuse importante : 558,9 mm de pluie entre Juin et Septembre 1987 (53).

Les facteurs intrinsèques de variation sont représentés par la présence de matières organiques en décomposition et d'êtres vivants dans chaque canal.

L'existence d'une boue noirâtre au fond des canaux provient de l'accumulation progressive de sable et de matière organique. Cette couche profonde et la présence de divers types d'algues colorent l'eau de manière variable (claire, verdâtre à brunâtre).

L'analyse du pH selon la méthode des moyennes mobiles montre une variation de 7,5 à 9,2 tous canaux confondus et la même tendance à l'augmentation en fin d'observation.

#### 11.2.2.2. Facteurs biologiques

En plus des mollusques cibles, les canaux ont été "parasités" par des poissons (Guppy et Tilapia), des grenouilles et divers insectes aquatiques. Ces divers organismes ne se répartissent pas uniformément dans tous les canaux.

##### a)- Les poissons et grenouilles

Des poissons des genres Guppy (Lesbites reticulatus) et Tilapia (Tilapia sp), ont été mis en place dans les canaux 8, 9 et 10 par la Faculté de Pharmacie, pour observer leur comportement dans un tel système et avant l'ensemencement en mollusques.

Après une période d'adaptation et de reproduction, ces poissons sont entrés en compétition alimentaire vis-à-vis des mollusques, en mangeant les feuilles de salades et de papayer mis en place pour ces derniers à leur ensemencement.

Ces poissons ont aussi limité la reproduction des mollusques en mangeant les gelées de ponte déposées sur les parois des canaux.

A l'issue d'un test molluscicide préliminaire avec *Ambrosia*, non concluant, les canaux n°s 7, 8 et 9 ont été vidés et nettoyés le 06.11.1987. Ainsi ces poissons ont été éliminés par la même occasion.

Les grenouilles (*Dicroglossus occipilatis*), se sont toujours développées naturellement dans les canaux, comme dans toute collection d'eau accessible à proximité. Leur répartition dans les canaux est irrégulière et les têtards qui éclosent parfois en masse, gênent considérablement le développement des mollusques.

Plusieurs formes d'insectes aquatiques se sont aussi développées dans les canaux mais sans influence décelable.

b)- Evolution naturelle de la population de mollusques

Quatre espèces de mollusques ont étéensemencées dans les différents canaux : *Biomphalaria pfeifferi*, *Bulinus guernei*, *Lymnea natalensis* et *Melanooides tuberculata* (Graphiques n°s 5 à 12, pages 120 à 127).

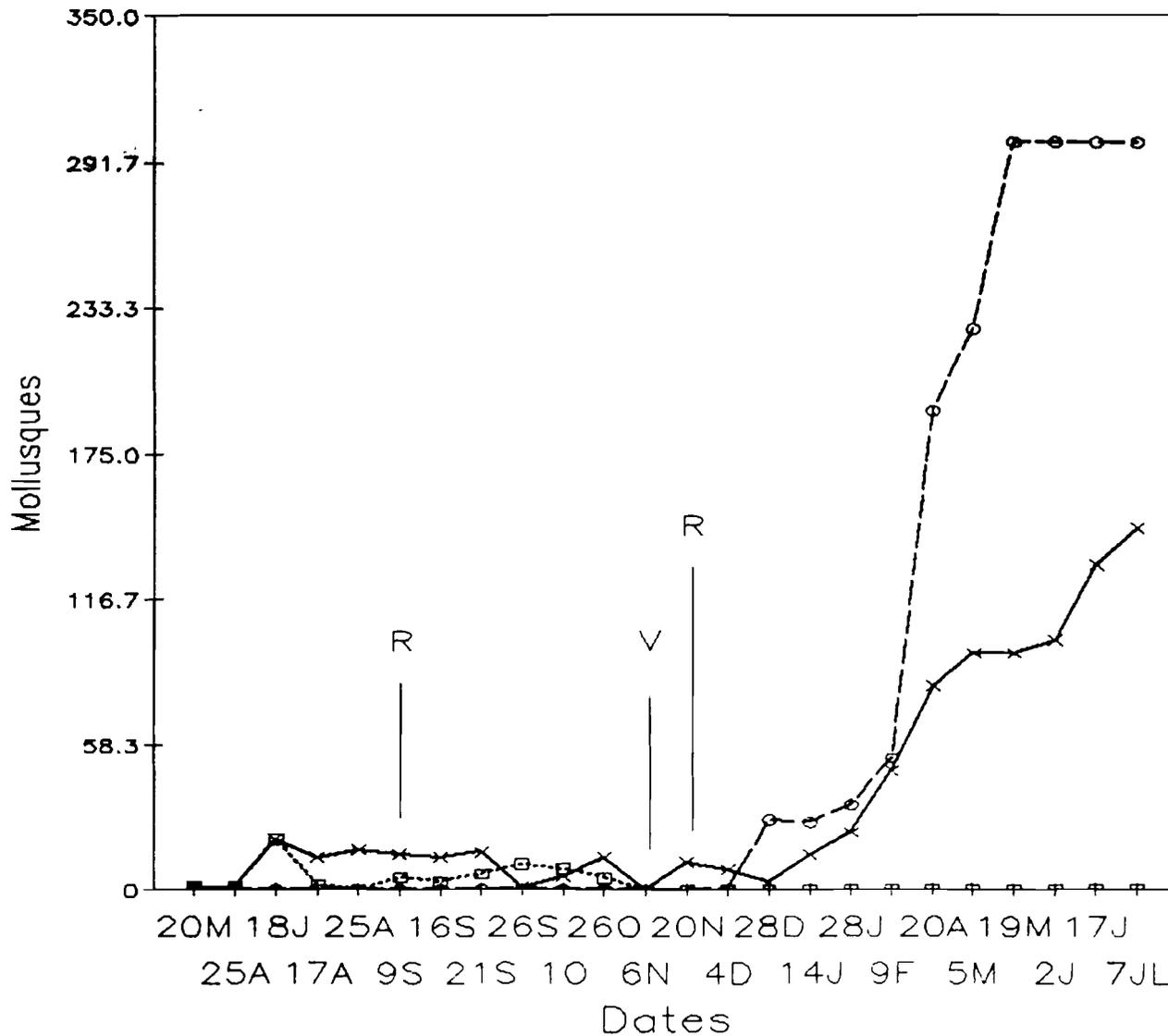
A chaque prélèvement pendant dix minutes, les mollusques sont récupérés dans un plateau, puis comptés et mesurés (Tableau n°17, pages 111 et 112).

La ponte est appréciée qualitativement par palpation de la paroi interne des canaux et par exploration des blocs de polystyrène expansé.

b.1. *Melanooides tuberculata* (Taille supérieure à 4 mm)

Cette espèce de prosobranchie n'a aucun intérêt dans la transmission des trématodoses humaines et animales.

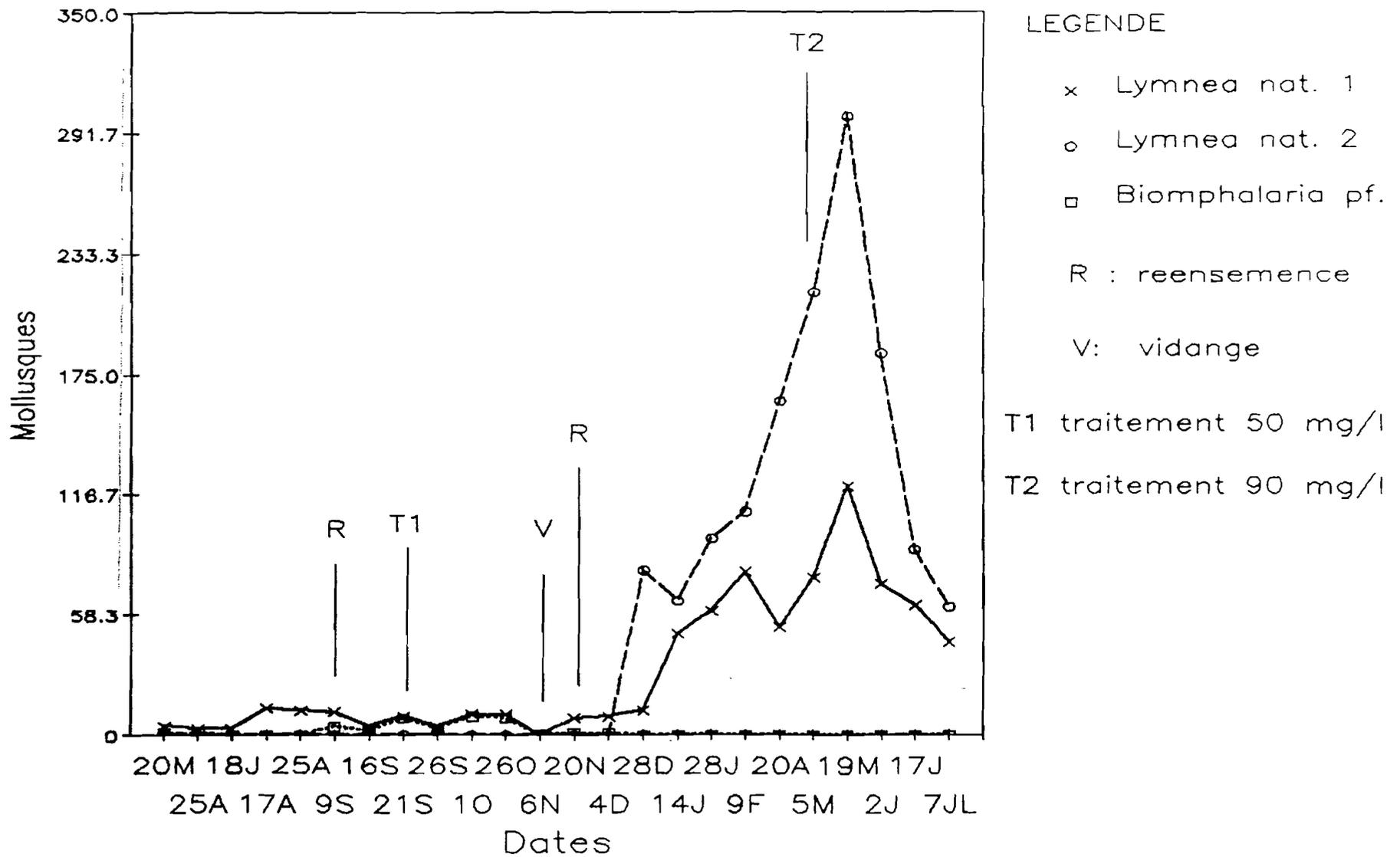
Graphique 5  
Evolution Naturelle des Mollusques  
Canal 7 - 20/3/87 au 7/7/88



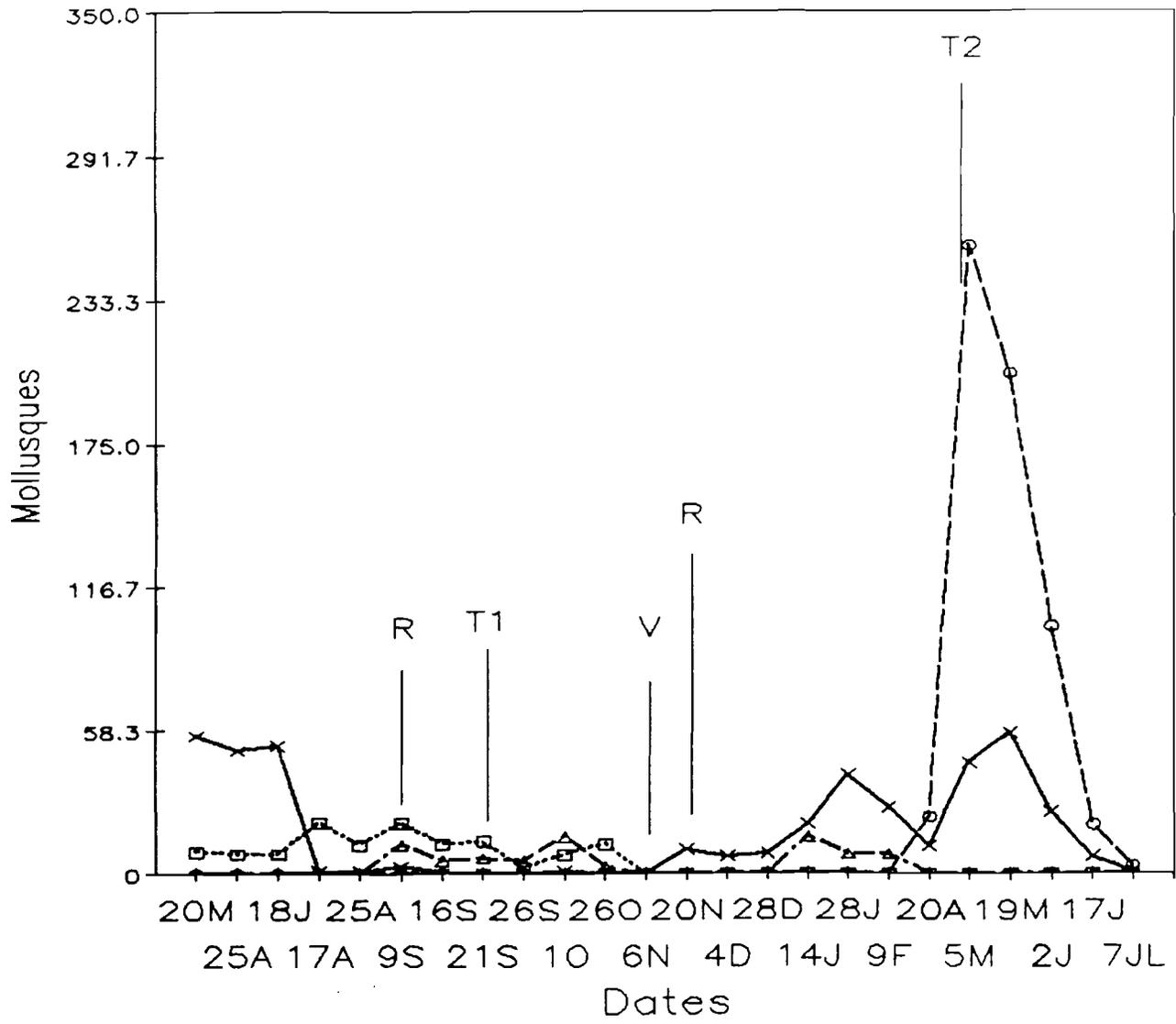
LEGENDE

- x Lymnea nat. 1
- o Lymnea nat. 2
- Biomphalaria pf.
- R : reensemence
- V: vidange

Graphique 6  
Evolution Naturelle des Mollusques  
Canal 8 - 20/3/87 au 7/7/88



Graphique 7  
 Evolution Naturelle des Mollusques  
 Canal 9 - 20/3/87 au 7/7/88



LEGENDE

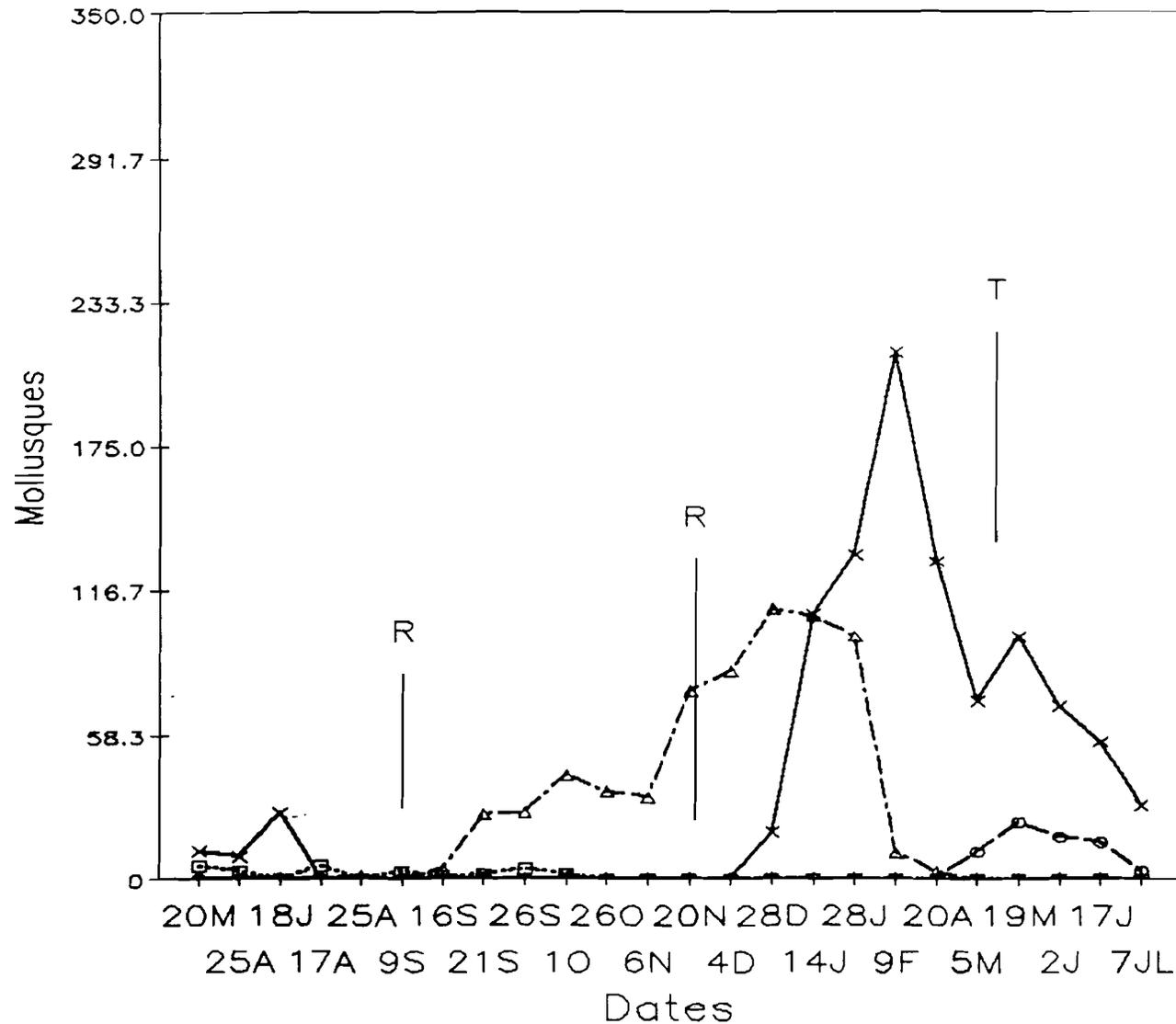
- x Lymnea nat. 1
- o Lymnea nat. 2
- Biomphalaria pf.
- △ Bulinus guernei
- R : reensemencement
- V: vidange
- T1 traitement 100 mg/l
- T2 traitement 140 mg/l

- 221 -

### Graphique 8

## Evolution Naturelle des Mollusques

### Canal 10 - 20/3/87 au 7/7/88



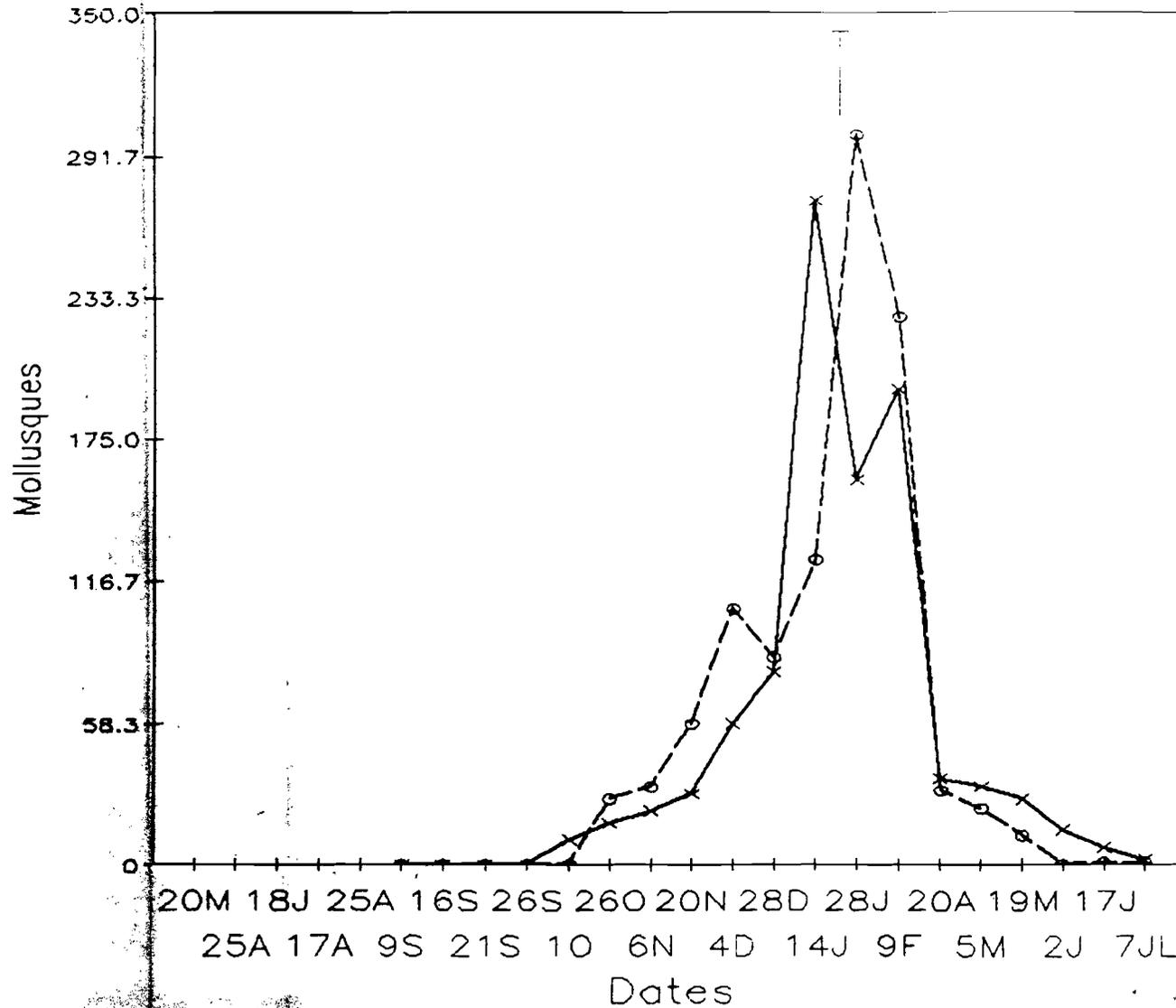
#### LEGENDE

- x Lymnea nat. 1
- o Lymnea nat. 2
- Biomphalaria pf.
- △ Bulinus guernei

R : reensemencement

Traitement 40 mg/l

Graphique 9  
Evolution Naturelle des Mollusques  
Canal 11 - 9/9/87 au 7/7/88



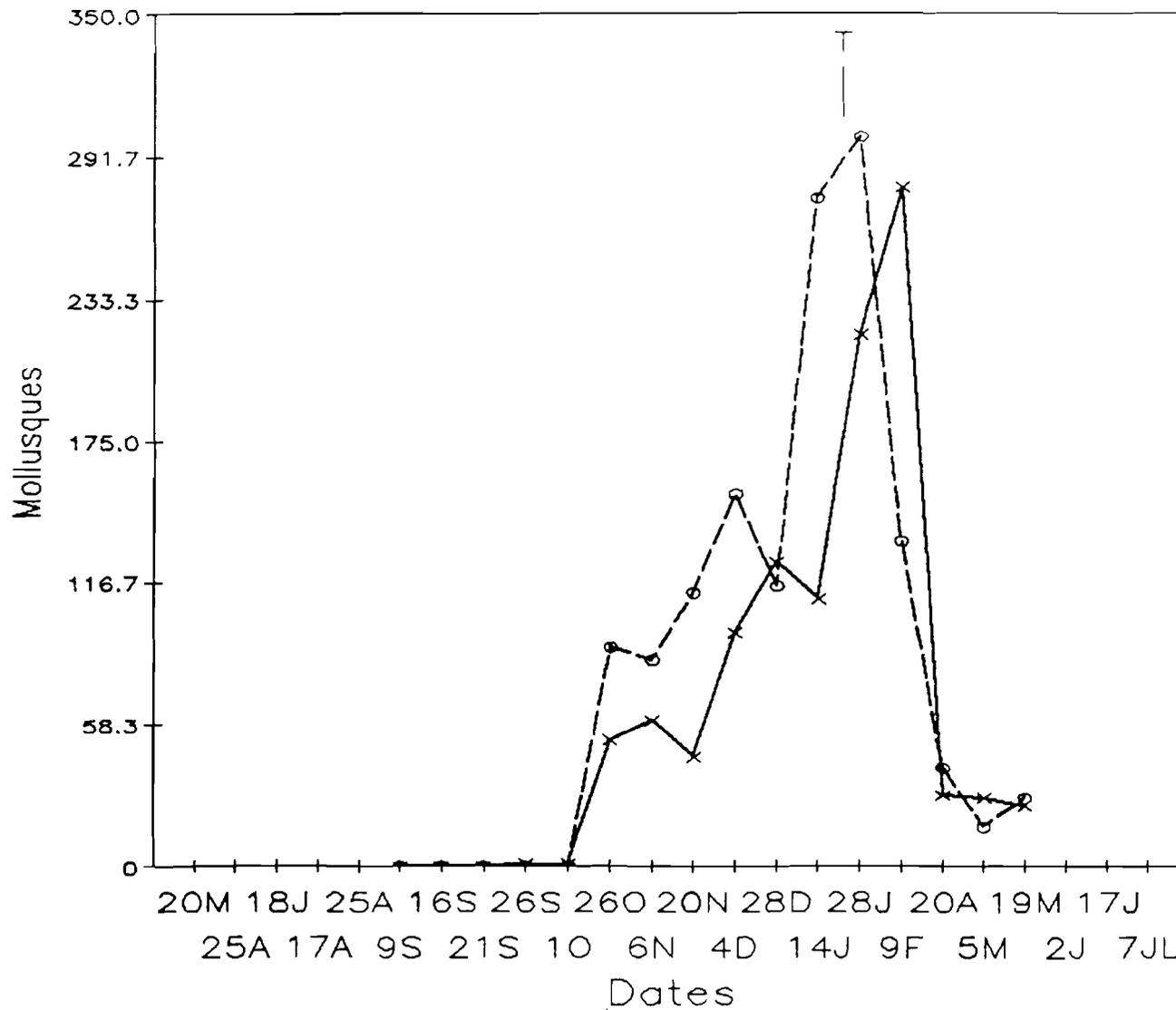
LEGENDE

x Lymnea nat. 1

o Lymnea nat. 2

Traitement 20 mg/l

Graphique 10  
 Evolution Naturelle des Mollusques  
 Canal 12 - 9/9/87 au 7/7/88

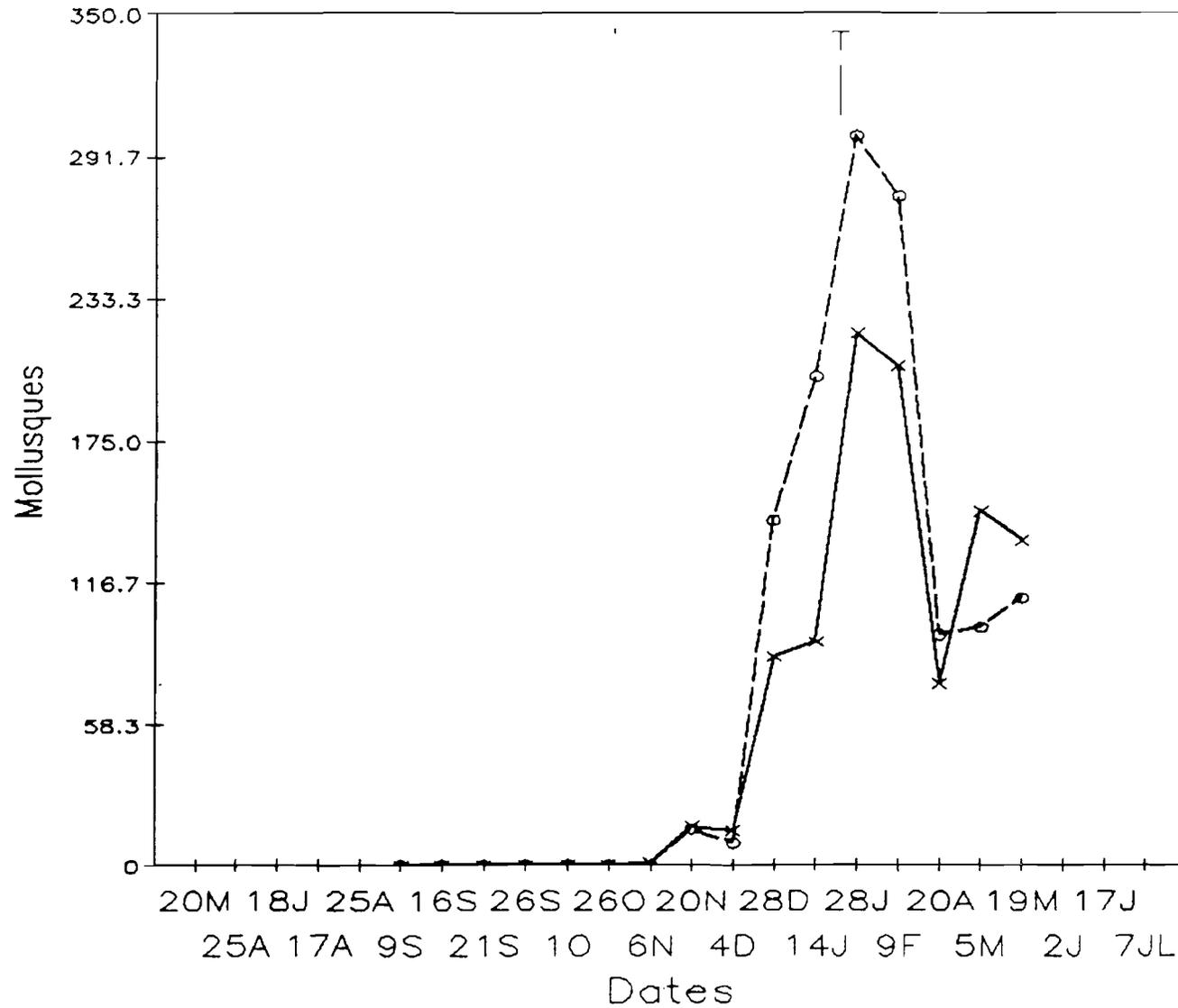


LEGENDE

- x Lymnea nat. 1
- o Lymnea nat. 2

Traitement 40 mg/l

Graphique 11  
Evolution Naturelle des Mollusques  
Canal 13 - 9/9/87 au 7/7/88

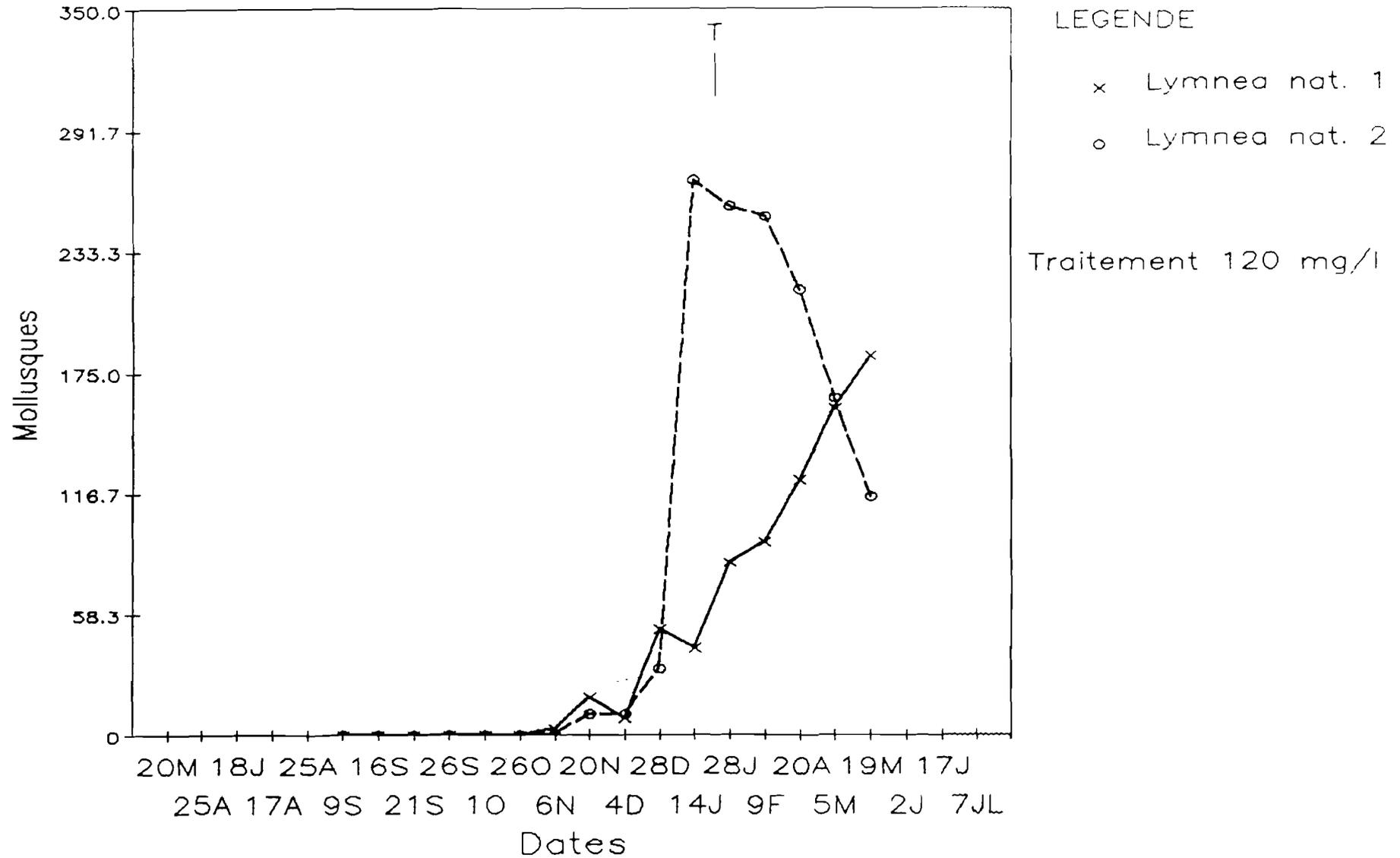


LEGENDE

- x Lymnea nat. 1
- o Lymnea nat. 2

Traitement 80 mg/l

Graphique 12  
 Evolution Naturelle des Mollusques  
 Canal 14 - 9/9/87 au 7/7/88



Sa mise en eau a été suivie, un mois après, par une reproduction et une multiplication rapide de la population.

Les spécimens adultes vivipares et à pouvoir de reproduction très élevé, vivent dans la boue du fond. Alors que les jeunes mollusques se répartissent en trainées sur la paroi des canaux.

Cette espèce ayant existé dans tous les canaux a été envahissante.

b.2. Biomphalaria pfeifferi (de taille supérieure à 6 mm)

L'ensemencement par cette espèce a eu lieu en Février 1987 dans quatre canaux (n<sup>os</sup> 7, 8, 9 et 10).

Vingt-cinq spécimens adultes sont chaque fois mis dans les canaux n<sup>os</sup> 7, 8 et 9, et 30 dans le canal n<sup>o</sup>10.

Après un mois, seuls 16 spécimens adultes au total avaient été prélevés. Ils sont fixés en surface sur la paroi des canaux ou sur les blocs de polystyrène expansé.

Un maximum de 31 spécimens adultes au total est observé le 09.09.1987. La disparition totale de l'espèce a eu lieu le 20.11.1987 dans tous les canaux (graphiques n<sup>os</sup> 5,6,7,8, pages 120 à 123).

Pour cette espèce, aucune gelée de ponte, ni de jeunes spécimens n'ont été retrouvés durant son évolution dans notre système.

La disparition progressive de Biomphalaria pfeifferi dans les canaux pourrait être liée à plusieurs facteurs :

- La température : entre la période d'ensemencement et la disparition des Biomphalaria, les températures ont varié de 26°C à 37°C pour l'ensemble des canaux. A ces températures, même si les

spécimens adultes plus résistants arrivent à survivre, les jeunes sujets, s'ils existent et les gelées, peuvent être détruits (56).

- La compétition : due aux poissons dans les canaux 8, 9 et 10.
- La matière organique en décomposition : elle peut être une entrave au bon déroulement de l'espèce.
- Une moindre adaptation de l'espèce à notre modèle expérimental.

### b.3. Bulinus guernei (Taille supérieure à 5 mm)

Une trentaine de spécimens adultes a étéensemencée en Février 1987, dans les canaux n°s 9 et 10.

Après une période d'adaptation de 21 semaines pour les n°s 9 et 10, 12 et 4 spécimens ont été respectivement comptés. Cette espèce de pulmoné vit essentiellement au fond du canal sous les feuilles et les débris immergés.

Dans le canal n°9, aucune gelée de ponte ni de jeunes spécimens n'ont été découverts.

Après une évolution irrégulière passant à un maximum de quinze sujets adultes, les bulins ont complètement disparu le 26.10.1987.

Le 14.01.1988, quinze spécimens adultes y ont été à nouveauensemencés mais sans succès (Graphique n°7, page 122)

Par contre dans le canal n°10, les Bulinus guernei ont pu s'adapter et se reproduire normalement après leur ensemencement. Après le prélèvement du premier spécimen le 25.08.1987, des bulins adultes sont régulièrement comptés. Les premières gelées de ponte apparaissent le 09.09.1987 sur les feuilles du fond, alors que les jeunes spécimens sont découverts le 16.09.1987.

La prolifération de cette espèce a continué jusqu'en Février 1988 où un maximum de 111 spécimens a pu être compté.

En raison des événements survenus à l'Université, l'accès aux canaux a été interdit en fin Février, Mars et Avril 1988. A cette dernière date, toute la population de Bulinus guernei avait disparu : 3 sujets adultes ont été comptés une dernière fois mais aucune gelée de ponte ni de jeunes spécimens n'étaient trouvés.

Ce maintien de B. guernei dans le canal n°10, pourrait être lié à leur position au fond du canal, sous les feuilles et débris, minimisant ainsi les conséquences de la compétition des autres organismes vivants (Melanoides, Lymnea, Tilapia) et échappent aussi à un ensoleillement parfois important.

Pendant cette période de développement de B. guernei, la température est restée optimale variant d'un maximum de 34,5 °C à un minimum de 19,2°C.

La disparition de B. guernei du système reste inexpliquée.

#### b.4. Lymnea natalensis (Taille supérieure à 8 mm)

Les L. natalensis ont étéensemencés en association avec d'autres genres dans les canaux 7,8,9 et 10 et à trois reprises, tandis que l'ensemencement était monospécifique et exécuté en une seule fois pour les canaux n°s 11,12,13 et 14.

En Février 1987, seuls les canaux n°s 7,8,9 et 10 ont reçu chacun une cinquantaine de spécimens adultes. Cette première population de lymnées a suivi la même évolution irrégulière que les autres espèces entre le 20.03.1987 et le 28.12.1987 (Graphiques n°s 5,6,7,8, pages 120 à 123). Elle atteint un maximum de 162 spécimens adultes tous canaux confondus, le 18.06.1987. Cette population est devenue même nulle le 16.09.1987 dans les canaux 9 et 10.

Au cours de cette période, aucun jeune sujet n'a été retrouvé et les quelques gelées blanchâtres, allongées, déposées sur la paroi des canaux étaient ingérées par les poissons.

Chez les lymnées, la période d'adaptation a lieu au fond du canal et varie de 5 à 12 semaines.

Par la suite, elles reviennent en surface et vivent essentiellement sur la paroi des canaux et les plaques de polystyrène où elles déposent leurs gelées de ponte.

Le 29.08.1987, à l'ensemencement des canaux 11, 12, 13 et 14, les numéros 7,8,9 et 10 reçoivent une population supplémentaire de lymnées. 150 lymnées adultes sont mises en eau dans les canaux 11 et 12, 120 pour les numéros 13 et 14 et les n°s 7,8,9 et 10 reçoivent respectivement 80, 120, 60 et 100 spécimens adultes provenant de Lampsar.

A l'issue d'un essai molluscicide préliminaire d'Ambrosia maritima non concluant dans les canaux 7,8 et 9, la population résiduelle des Lymnea en a été éliminée après vidange et nettoyage. Le 20.11.1987, ces trois canaux sont réensemencés chacun avec 10 lymnées adultes provenant de l'élevage du laboratoire, ainsi que le canal n°10.

Dès le 28.12.1987, en même temps que des lymnées adultes y apparaissent en surface, des gelées de ponte sont observées sur la paroi des canaux n°s 7, 8 et 9.

Cette rapidité d'adaptation et de reproduction serait liée à la propreté et à l'absence d'organismes compétiteurs dans les canaux.

A partir de ce moment, plusieurs générations se sont succédées et un maximum de 445 spécimens (dont 300 jeunes et 145 adultes) a même été obtenu dans le canal n°7 (Graphique n°5, page 122).

Pour les canaux 11, 12, 13 et 14, seule la population de Lampsar a pu s'adapter et se reproduire parfaitement.

Ainsi, après une période de stagnation de la population de cinq semaines pour les canaux 11 et 12 et de onze semaines pour les canaux 13 et 14, les lymnées adultes ainsi que leurs gelées de ponte sont visibles.

Les premiers sujets jeunes apparaissent le 28.12.1987 et il y a explosion rapide de la population.

L'évolution des Lymnea natalensis dans ces quatre canaux a été plus régulière et un maximum de 519 sujets (dont 300 jeunes et 219 adultes) a été obtenu dans les canaux 12 et 13.

Cette régularité pourrait tenir non seulement à la résistance de cette espèce qui, dans les conditions naturelles, vit dans des habitats similaires (collections d'eau chargées de boue et d'ordure) (35), mais aussi à l'absence d'organismes compétiteurs.

En effet, hormis les grenouilles dont la présence est inévitable, ces canaux sont exclusivement peuplés par des Lymnées.

Dans les canaux 7,8 et 9, le vidange et nettoyage ont sûrement joué un grand rôle car les poissons et autres facteurs inhibiteurs sont éliminés.

#### 11.2.2.3. Influence des facteurs physico-chimiques et biologiques sur l'évolution des mollusques

##### a)- Les facteurs biologiques

Les poissons ont surtout joué le rôle de compétiteur vis-à-vis des mollusques dans les canaux 7,8,9 et 10.

En effet, ces poissons mangent les feuilles de salade et de papayiers mis en place dans les canaux pour nourrir les mollusques.

Ils se nourrissent aussi des gelées de ponte déposées sur la paroi des canaux, limitant ainsi les possibilités de reproduction.

Quant aux grenouilles, elles ont surtout été encombrantes en raison de leur nombre parfois très élevé dans les canaux.

b)- Les facteur physico-chimiques

b.1. La température

Les températures mesurées semblent influencer la possibilité d'adaptation de certaines espèces de mollusques telles que Bulinus guernei et Biomphalaria pfeifferi. Une tendance à la diminution de ces populations au fur et à mesure d'une augmentation de la température de l'eau se remarque.

Seule Lymnea natalensis a pu supporter de telles températures.

L'ensoleillement des canaux a aussi un effet important sur la répartition des mollusques qui sont difficilement accessibles aux heures chaudes, car ils se réfugient au fond du canal. L'heure de prélèvement doit donc coïncider avec les moments de température les moins chaudes de la journée.

L'influence réelle de la température de l'eau sur l'évolution de la population de mollusques semble être essentiellement liée à la température ambiante. Le calcul du coefficient de corrélation tous canaux confondus a donné une faible corrélation négative (-0,31) mais significative à  $p = 0,05$  (seuil = 0,21).

b.2. Le pH diurne

Malgré des valeurs de pH légèrement supérieures à dix dans les canaux 11,12,13 et 14 en fin d'observation, l'augmentation progressive du pH dans tous les canaux est restée compatible avec la vie des mollusques. Cette variation correspond à une élévation de la charge organique de l'eau, favorisant d'ailleurs l'alimentation des mollusques.

Une corrélation positive faible (0,35) entre les valeurs de pH et la population malacologique est significative à  $p = 0,05$  (seuil = 0,21).

### 11.2.3. Conclusion

Malgré les imperfections de notre système, les lymnées représentent la seule espèce apte à y vivre et à se reproduire normalement. Elles ont ainsi constitué la population malacologique cible sur laquelle les essais de toxicité d'Ambrosia maritima sont réalisés. Concernant les Bulinus et les Biomphalaria, un système plus perfectionné permettant d'éviter l'ensoleillement, l'élévation de la température et des phénomènes organiques néfastes, serait nécessaire à leur développement dans des conditions semi-naturelles.

Dans notre système actuel, l'interférence de ces facteurs a tendance à se manifester de manière spécifique à chaque canal. Cela rend toute comparaison entre eux assez difficile et il vaut mieux considérer chaque canal comme une entité propre.

### 11.3. Essai de toxicité d'Ambrosia maritima dans les conditions semi-naturelles

#### 11.3.1. Matériel

##### 11.3.1.1. Matériel biologique

Le matériel biologique testé est essentiellement représenté par la population naturelle de Lymnea natalensis. Cette population est représentée par des spécimens adultes pouvant atteindre une taille de 4 à 15 mm et des jeunes de 1 à 3 mm. En outre un grand nombre de gelées de ponte est disposé sur la paroi interne des canaux et les plaques de polystyrène expansé. La présence des gelées permet une appréciation qualitative de l'action ovicide d'Ambrosia. Le nombre de mollusques avant traitement pour chaque canal est présenté au tableau n°17.

### 11.3.1.2. La plante

Plusieurs populations d'Ambrosia maritima sont utilisées en mélange dans les différentes expérimentations :

- une plante égyptienne cultivée à Lampsar en troisième génération ( $F_3$ ) et cueillie après floraison (=LAMPF<sub>3</sub>) en Juillet 1987 ;
- une plante égyptienne de quatrième génération ( $F_4$ ) cultivée à Thiaroye et cueillie après floraison en Aout 1986 (THF<sub>4</sub>) ;
- une plante égyptienne cultivée à Dieuppeul en quatrième génération et cueillie après floraison en Juillet 1986 (=DF<sub>4</sub>) ;
- une plante égyptienne cultivée à Rufisque en quatrième génération ( $F_4$ ) et cueillie après floraison en Juillet 1987 (=RF<sub>4</sub>) ;
- enfin, une souche égyptienne arrivée en Avril 1988 après floraison.

Cependant, aucun renseignement sur la date de cueillette et sur la génération n'est fourni (=Egypt).

Trois types de mélange ont été réalisés selon l'expérience et sont décrits dans le chapitre correspondant.

Seules les feuilles sont utilisées.

L'utilisation de ces mélanges évite les éventuelles variations liées à l'origine et à la génération de la plante.

### 11.3.1.3. Matériel de test

Pour conditionner l'Ambrosia, plusieurs types de matériel sont utilisés :

- une double couche de gaze dans laquelle les feuilles sont placées ;
- des cailloux utilisés comme lest ;

- du fil pour attacher l'extrémité du sac ainsi confectionné, à un support ;
- des supports en bois ou en fer de un mètre de long auxquels sont suspendus les sacs à mi-profondeur des canaux expérimentaux ;
- un plateau large et rectangulaire de 30 cm de long sur 20 cm de large servant à recueillir les mollusques prélevés ;
- une règle de 20 cm pour mesurer les spécimens prélevés ;
- des cages à mollusques mises en place dans quelques cas pour évaluer un système de comptage. Ces cages cylindriques sont constituées d'un support en bois, sur lequel sont fixés des fils de fer circulaires et recouverts d'une toile moustiquaire. Elles ont une base de 15 cm de diamètre sur une hauteur de 35 cm (plance n°3, page 108).

### 11.3.2. Méthode

#### 11.3.2.1. Méthode expérimentale

a) - Une première expérience préliminaire a eu lieu dans les canaux n°s 7, 8 et 9, le canal n°10 étant gardé comme témoin négatif.

Elle s'est déroulée du 21 Septembre au 26 Octobre 1987.

Le matériel végétal utilisé était constitué de feuilles entières  $THF_4$ , conditionnées en un seul sac quelle que soit la concentration, lestées et immergées complètement au fond du canal et en un seul point, pendant une semaine.

Trois concentrations ont été utilisées : 20 mg/l dans le canal n°7, 50 mg/l dans le n°8 et 100 mg/l dans le n°9.

Aucune modification significative dans le nombre de mollusque n'a été observée, même pour la plus forte concentration (au départ : 24 LN, 27 BP et 6 Bg au total ; à la fin 23 LN, 25 BP, 3 Bg).

La méthode a donc été modifiée pour les expériences suivantes :

b)- Méthode expérimentale retenue

Pour chaque canal testé, une quantité différente de feuilles d'Ambrosia réduites en poudre grossière est utilisée et elle est divisée en trois parties égales, conditionnées dans la gaze et lestées.

Chaque sac est attaché à un support en bois ou en fer disposé d'une berge à l'autre du canal et à trois points équidistants (planche n°4, page 108).

Cette fixation favorise la diffusion de l'Ambrosia à mi-profondeur du canal et sans immersion du mélange dans la boue du fond. Chaque canal comporte ainsi une concentration répartie en trois sacs équidistants qui permettent une bonne répartition des principes actifs.

Au total, huit canaux sont disponibles, sept traités et un témoin négatif (n°7). Un essai supplémentaire utilisant les cages à mollusques a été réalisé dans les nouveaux canaux n°s 6, 15 et 16.

11.3.2.2. Méthode de comptage des mollusques

Trois méthodes ont été testées dans les canaux :

- l'utilisation de "pièges à mollusques" constitués d'un demi-tube rigide en plastique de 0,25 à 0,30 m de long pour 5 cm de diamètre, immergé au trois quarts dans le canal n'a pas été concluante dans notre cas ;
- le système des cages à mollusques proposé par El Sawy et al (30) et mentionné dans la description du matériel a été tenté.

A l'immersion complète de ces cages, la mortalité des mollusques témoins négatifs emprisonnés à chaque fois était totale en 24 heures.

Une immersion partielle au trois quarts de ces cages a amélioré le système et il y a même eu ponte sur le support en bois.

Cependant, une mortalité importante (100 p.cent chez Bulinus forskalii, 45 p.cent chez Bulinus globosus, 45 à 50 p.cent chez Lymnea natalensis) est observée dans les cages après 30 jours ;

- la méthode de comptage retenue a finalement été celle d'un prélèvement par unité de temps et par personne (76).  
Pour chaque canal, dix minutes sont consacrées au prélèvement des mollusques qui sont déposés au fur et à mesure dans le plateau, afin d'être comptés et mesurés.

Au cours des expérimentations molluscicides, deux populations malacologiques sont considérées suivant une taille supérieure ou non à 3 mm de long.

#### 11.3.3. Appréciation de la mortalité dans les canaux traités

Seuls les mollusques vivants sont prélevés, comptés et mesurés. La mortalité M est évaluée à partir de la formule proposée par Sturrock et Duncan (76) où  $M = 100 (1 - \frac{P_2}{P_1})$  et où  $P_1$  et  $P_2$  sont les populations avant et après le traitement molluscicide.

#### 11.3.2.4. Expérimentations

En dehors du premier essai préliminaire non concluant décrit dans les méthodes expérimentales, plusieurs autres essais ont été réalisés dans des canaux différents et utilisant des concentrations allant de 20 à 140 mg/l, le canal n°7 étant toujours pris comme témoin négatif. Les feuilles d'Ambrosia sont laissées indéfiniment pour voir à quel moment l'action molluscicide devient effective.

.../

#### 11.3.2.4.1. Deuxième essai molluscicide

Cette expérimentation s'est déroulée du 21 Janvier au 19 Mai 1988 pour les canaux 12, 13 et 14 et au 07 Juillet 1988 pour le canal n°11.

Le mélange de feuilles utilisé est constitué de deux populations d'Ambrosia, THF<sub>4</sub> (220 g de feuilles sèches) et LAMP F<sub>3</sub> (200 g de feuilles sèches), soit 400 g de mélange "M1".

Les canaux n°s 11, 12, 13 et 14 ont été traités avec, respectivement, 20, 40, 80 et 120 mg/l (tableau n°18, page 140).

Lors de cet essai, l'interdiction d'accès aux canaux dans la période du 09.02 au 20.04.1988 a empêché de déterminer la durée nécessaire pour une action molluscicide effective.

#### 11.3.2.4.2. Troisième essai molluscicide

Il s'est déroulé du 05 Mai au 07 Juillet 1988 dans le canal n°8. Le mélange utilisé est constitué des populations d'Ambrosia DF<sub>4</sub> (342 g) et Egypt (100 g), soit 442 g de mélange "M2" avec une concentration de 90 mg/l (tableau n°18, page 140).

#### 11.3.2.4.3. Quatrième essai molluscicide

Il a lieu du 19 Mai au 07 Juillet 1988 dans les canaux n°s 9 et 10. Les populations d'Ambrosia THF<sub>4</sub> (100g), LAMPF<sub>3</sub> (100g) et DF<sub>4</sub> (100 g) sont utilisées, soit 300 g de mélange "M3" et des concentrations de 140 mg/l pour le canal n°9 et 40 mg/l pour le n°10 (tableau n°18, page 140).

#### 11.3.2.4.4. Cinquième essai molluscicide

Cette expérimentation est mise en oeuvre pour évaluer la valeur des cages à mollusques. Elle a utilisé trois nouveaux canaux : n°s 6, 15 et 16. Ces canaux sont mis en eau le 28.05.1988 et la mise en cage des mollusques a lieu le 04.06.1988.

CANAUX N°s	DATES D'ENSEMENCEMENT	DATES DE TRAITEMENT	MELANGE UTILISE	VOLUMES DU CANAL EN M <sup>3</sup>	CONCENTRATIONS (en mg / l)	QUANTITE DE FEUILLES UTILISEES EN GRAMMES
6	04.06.88	Témoïn négatif	-	1,04	-	-
7	1. Février 1987 2. 29.08.87 3. 20.11.87	Témoïn négatif	-	1,2	-	-
8	1. Février 1987 2. 29.08.87 3. 20.11.87	21.04.1988	M2	1,92	90	172,8
9	1. Février 1987 2. 29.08.87 3. 20.11.87	07.05.1988	M3	1,70	140	238
10	1. Février 1987 2. 29.08.87 3. 20.11.87	07.05.1988	M3	1,32	40	52,8
11	29.08.87	21.01.1988	M1	1,10	20	22
12	29.08.87	21.01.1988	M1	1,05	40	42
13	29.08.87	21.01.1988	M1	1,13	80	90,5
14	29.08.87	21.01.1988	M1	1,11	120	133,5
15	04.06.88	07.06.1988	Egypte	1,04	35	36,4
16	04.06.88	07.06.1988	Egypte	1,109	100	110,9

Tableau n° 18 : Doses et quantités de feuilles d'Ambrosia utilisées par unité de volume et par expérience

Dans cet essai, deux espèces de mollusques provenant de l'élevage du laboratoire sont testés : Bulinus globosus (B.G.) et Lymnea natalensis (L.N.). Les Bulinus forskalii encagés sont morts après 72 heures.

La répartition des mollusques adultes (taille supérieure à 5 mm de long), par cage et par canal a été la suivante :

Dans le canal n°6, C1 contient 20 B.G., C2 20 L.N. de même que C3.

Dans le canal n°15 aussi, C1 contient 20 B.G., C2 et C3 ont chacune 20 L.N. La même répartition est réalisée dans le canal n°16.

La plante utilisée est la population égyptienne arrivée en Avril 1988 (Egypt) à des concentrations de 35 et 100 mg/l respectivement pour les canaux n°s 15 et 16. Le canal n°6 étant utilisé comme témoin négatif. L'expérience s'est déroulée du 07.06 au 05.07.1988.

#### 11.4. Résultats et discussion

L'action molluscicide est exprimée en pourcentage de mortalité pour les deux catégories d'âge (tableau n°19, page 142), pour les expérimentations n°s II, III et IV.

Quant à la cinquième expérience utilisant les cages à mollusques, la mortalité est exprimée en pourcentage par cage et par canal (tableau n° 20, page 143).

A l'exploration des parois internes des canaux traités, aucune gelée de ponte n'y a été trouvée alors qu'il en existait dans le témoin négatif (canal n°7).

Les principaux objectifs de ces essais ont été de confirmer l'action molluscicide d'Ambrosia dans les conditions semi-naturelles, de déterminer la forme adéquate d'utilisation des feuilles sèches et aussi le délai nécessaire pour que cette action devienne effective.

CANAUX N°s (Concentration) mg/l		9 (140)	14 (120)	8 (90)	13 (80)	10 (40)	12 (40)	11 (20)	7*
P <sub>1</sub>	< 3 mm	203	255	214	300	30	300	300	27
	> 3 mm	57	83	76	219	98	219	158	12
P <sub>2</sub>	< 3 mm	3	115	62	110	3	28	1	300
	> 3 mm	1	183	45	134	30	25	2	145
M (en p.cent)	< 3 mm	98,52	54,90	71,02	63,33	90	90,66	99,66	0
	> 3 mm	98,24	0	40,78	38,81	69,38	88,58	98,73	0
Mortalité globale		98,46	10,94	63,10	52,98	74,21	89,78	99,34	0

Tableau n° 19 : Populations de mollusques avant et après traitement molluscicide et pourcentage de mortalité (M) par canal, par catégorie d'âge et globale

\* Témoin négatif

CANAUX (mg/l)	6* (t)			15 (35)			16 (100)		
Cages	C <sup>1</sup> <sub>6</sub>	C <sup>2</sup> <sub>6</sub>	C <sup>3</sup> <sub>6</sub>	C <sup>1</sup> <sub>15</sub>	C <sup>2</sup> <sub>15</sub>	C <sup>3</sup> <sub>15</sub>	C <sup>1</sup> <sub>16</sub>	C <sup>2</sup> <sub>16</sub>	C <sup>3</sup> <sub>16</sub>
P <sub>1</sub>	20 B.G.	20 L.N.	20 L.N.	20 B.G.	20 L.N.	20 L.N.	20 B.G.	20 L.N.	20 L.N.
P <sub>2</sub>	13 B.G.	10 L.N.	13 L.N.	0	0	0	3	0	0
Mortalité (en p.cent)	35	50	35	100	100	100	85	100	100

Tableau n° 20 : Pourcentage de mortalité par canal et par cage pour la cinquième expérience

\* Canal témoin négatif

Etant donné l'hétérogénéité qui existe entre les différents canaux, notamment en ce qui concerne les dates d'ensemencement, l'évolution naturelle de la population de mollusques et les conditions particulières à chacun d'eux, aucune comparaison des doses n'est vraiment possible.

Pour le canal n°7, l'évolution normale de la population de mollusques et l'absence de mortalité durant la période expérimentale permettent de le considérer comme témoin négatif.

La réduction des feuilles d'Ambrosia en poudre grossière et la répartition des différentes concentrations en plusieurs points du canal se sont avérées efficaces par rapport à l'utilisation des feuilles entières. Aucune corrélation n'est observée entre la dose utilisée et le niveau de mortalité engendrée.

En effet, une mortalité globale plus élevée (99,34 p.cen) à 20 mg/l est observée dans le canal n°11 alors que cette dernière reste faible (10,94 p.cen) à 120 mg/l dans le canal n°14.

Ces résultats paradoxaux restent inexpliqués.

Une mortalité est obtenue à tous les niveaux de traitement avec une plus grande sensibilité chez les jeunes spécimens de Lymnea natalensis (tableau n°19, page 142).

Dans les troisième et quatrième essais, l'action molluscicide est devenue effective dans un délai variant de douze jours (canal n°9) à six semaines (canal n°8) (tableau n°17, pages 111 et 112).

L'essai molluscicide utilisant les cages à mollusques permet une appréciation des sensibilités de Bulinus globosus et Lymnea natalensis à l'action d'Ambrosia dans ces conditions.

Une mortalité de 100 p.cen est obtenue à tous les niveaux de traitement chez Lymnea natalensis et chez Bulinus globosus, la mortalité est de 100 p.cen à 35 mg/l et 85 p.cen à 100 mg/l (Tableau n°20, page 143).

L'existence de mortalité (35 à 50 p.cent) dans les cages du canal témoin négatif (n°6), limite les possibilités d'interprétations de ces résultats et dénote en même temps les difficultés de mise en oeuvre de ces cages à long terme.

#### 11.5. Conclusion

La mise en oeuvre de ce système de canaux expérimentaux a connu beaucoup de difficultés qui sont inhérentes à l'absence d'éléments de référence d'une part et au comportement aléatoire des êtres vivants utilisés d'autre part.

Malgré ces difficultés, une population naturelle de Lymnea natalensis sur laquelle des essais de toxicité d'Ambrosia ont été effectués (espèce la plus apte), s'y est développée.

Ces essais ont permis de montrer que les feuilles réduites en poudre grossière et uniformément réparties dans le canal seraient meilleures que les feuilles entières.

L'action molluscicide serait aussi confirmée sur Lymnea natalensis et Bulinus globosus dans ces conditions semi-naturelles.

Un système amélioré serait nécessaire, non seulement pour développer plusieurs espèces dans ce modèle, mais aussi pour apporter une plus grande précision dans les résultats obtenus.

L'aspect paradoxal des résultats, à savoir de fortes mortalités à de faibles doses d'Ambrosia est inexpliqué pour le moment ; ces données rejoignent les observations faites en Egypte sur une plus grande efficacité de l'Ambrosia en milieu naturel par rapport aux résultats de laboratoire.

Des essais sont d'ailleurs en cours pour apprécier la répétabilité de ces résultats.

CHAPITRE III : APPLICATION D'AMBROSIA MARITIMA DANS LES  
CONDITIONS NATURELLES : OBSERVATIONS  
PRELIMINAIRES A LAMPSAR

\*\*\*\*\*

La zone de Lampsar est située à 25 km au nord de Saint-Louis. Elle est traversée par le fleuve du même nom appartenant à la vallée du fleuve Sénégal.

Les zones prospectées se situent au village et à la cuvette de Lampsar.

III.1. Choix des sites

III.1.1. Le périmètre irrigué ou Cuvette de Lampsar (Figure n°15, page 147)

C'est une vaste superficie irriguée de 250 hectares aménagée par la S.A.E.D. (Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta) et située au nord du village de Lampsar.

Cette cuvette est découpée en rizières de 1,5 ha de superficie entre lesquelles un système d'irrigation et de drainage est installé.

L'eau est pompée dans le fleuve Lampsar et envoyée dans le canal principal. Ce dernier se divise ensuite en canaux secondaires, puis tertiaires, assurant ainsi l'irrigation complète des champs.

Les canaux tertiaires sont quelquefois remplacés par des siphons mis en place par les villageois.

Pour le drainage des champs, l'eau est évacuée par un drain tertiaire relié à un drain secondaire qui se jette dans le drain principal (Figure n°15, page 147).



A côté des cultures de riz, une abondante végétation constituée de graminées, roseaux et nénuphars existe dans le périmètre. Quatre secteurs d'observations y sont choisis : la rizière (R), le canal principal (CP) et deux zones différentes du drain principal (DP<sub>I</sub> et DP<sub>II</sub>) (Planches n°s 5,6,7 et 8, page 149).

### III.1.2. Le marigot de Lampsar

C'est un bras du fleuve Lampsar traversant plusieurs villages dont celui de Lampsar et qui se jette dans le fleuve du même nom.

Les variations annuelles du niveau de l'eau sont liées à celles du fleuve Sénégal dont le régime est de type tropical pur avec une brève période de hautes eaux (Juillet à Septembre) et une longue période d'étiage (66).

Pendant la période des hautes eaux, la végétation est abondante et est constituée de Pistia, de roseaux, de nénuphars et de quelques Ceratophyllum (21).

Selon le rapport "spécial Bilharziose" de l'O.M.V.S. (1977), les facteurs physico-chimiques y varient comme suit : pH = 4,5 à 5,6, température = 20 à 33°C, Oxygène dissout = 4,8 à 7,2 mg/l, dureté = 12 à 104 mg CaCO<sub>3</sub>/l (60).

Ce marigot est d'utilité domestique et est fréquenté par les populations humaine et animale. Il sert à l'irrigation pour les cultures maréchaïres, à la pêche, à l'abreuvement du bétail et au lavage de la vaisselle et du linge par les villageoises.

Ainsi, la rive est aménagée sous forme de berges ou criques séparées par des clôtures végétales pouvant aller jusqu'à 50 cm dans l'eau du marigot.

En plus des cultures de saison sèche, ces berges abritent de grands arbres comme les manguiers, des anacardiens et quelques cocotiers.

A côté des cultures de riz, une abondante végétation constituée de graminées, roseaux et nénuphars existe dans le périmètre. Quatre secteurs d'observations y sont choisis : la rizière (R), le canal principal (CP) et deux zones différentes du drain principal (DP<sub>I</sub> et DP<sub>II</sub>) (Planches n°s 5,6,7 et 8, page 149).

### III.1.2. Le marigot de Lampsar

C'est un bras du fleuve Lampsar traversant plusieurs villages dont celui de Lampsar et qui se jette dans le fleuve du même nom.

Les variations annuelles du niveau de l'eau sont liées à celles du fleuve Sénégal dont le régime est de type tropical pur avec une brève période de hautes eaux (Juillet à Septembre) et une longue période d'étiage (66).

Pendant la période des hautes eaux, la végétation est abondante et est constituée de Pistia, de roseaux, de nénuphars et de quelques Ceratophyllum (21).

Selon le rapport "spécial Bilharziose" de l'O.M.V.S. (1977), les facteurs physico-chimiques y varient comme suit : pH = 4,5 à 5,6, température = 20 à 33°C, Oxygène dissout = 4,8 à 7,2 mg/l, dureté = 12 à 104 mg CaCO<sub>3</sub>/l (60).

Ce marigot est d'utilité domestique et est fréquenté par les populations humaine et animale. Il sert à l'irrigation pour les cultures maréchaïres, à la pêche, à l'abreuvement du bétail et au lavage de la vaisselle et du linge par les villageoises.

Ainsi, la rive est aménagée sous forme de berges ou criques séparées par des clôtures végétales pouvant aller jusqu'à 50 cm dans l'eau du marigot.

En plus des cultures de saison sèche, ces berges abritent de grands arbres comme les manguiers, des anacardiens et quelques cocotiers.

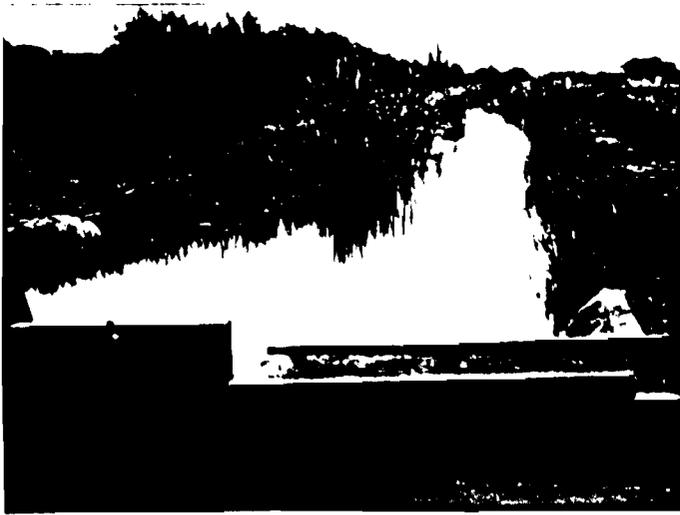


Planche N° 5  
Canal principal



Planche N° 6 : Drain principal 1  
avec bovins en pâturage



Planche N° 7 : Rizière



Planche N° 8 : Drain principal

Les manguiers, plus proches du rivages, offrent une zone d'ombre aux mollusques et leurs feuilles qui tombent dans l'eau leur servent de support et d'aliment.

Quatre criques sont choisies et numérotées de I à IV pour les prospections malacologiques en plus d'une cinquième pour l'essai molluscicide (planches n°s 9,10,11 page 151).

## II.2. Evolution naturelle des caractères physico-chimiques et biologiques des sites

### II.2.1. Matériel

Le matériel utilisé lors des prospections a consisté en :

- flacons en plastique numérotés pour les prélèvements (mollusques et eau),
- un thermomètre à mercure de terrain classique gradué de -10 à +250°C pour la mesure de la température,
- une épuisette pour le ramassage des mollusques,
- des pièges à mollusque constitués de demi-tubes en plastique (P.V.C.) de 30 cm de long sur 5 cm de diamètre,
- seaux et plateaux pour d'autres prélèvements,
- règles en bois graduées de un mètre de longueur,
- alcool 70° pour le conditionnement des mollusques à identifier.

### II.2.2. Méthode

#### II.2.2.1. Prospections malacologiques

##### a) Prélèvement

. L'utilisation de "pièges à mollusques" en P.V.C. n'a pas été concluante dans notre cas. En effet une application de ces pièges en des points contaminés du périmètre de Juillet à Décembre 1986 s'est avérée inefficace.



Planche N° 9 :  
Vue d'ensemble des  
criques

Planche N° 10 :  
crique numéro 4 (M IV)



Planche N° 11 : criques  
numéros II et III (M II et  
M III).

. L'emploi d'une épuisette n'a pas eu d'efficacité car la plupart des spécimens rencontrés sont fixés sous les feuilles des plantes immergées ou en flottation, ou se réfugient dans des endroits inaccessibles à l'épuisette.

La méthode retenue a finalement été celle du comptage des mollusques par unité de temps et par personne comme préconisée par Marti (49). Pour chaque site prospecté, trois personnes prélèvent pendant dix minutes. Les mollusques récupérés sur les feuilles et les débris divers sont conditionnés en flacon dans l'alcool à 70° ou l'eau du site.

Les prélèvements sont effectués par les mêmes personnes, sur les mêmes sites et à une heure fixe de la journée (entre 11 heures et 13 heures pour le marigot) et (entre 8 heures et 11 heures pour le périmètre irrigué, ou en fin d'après-midi). Les mollusques sont comptés et déterminés au laboratoire de parasitologie de l'E.I.S.M.V.

b)- L'identification des mollusques prélevés

Elle est réalisée selon les critères du "guide de terrain des gastéropodes d'eau douce d'Afrique ; 1 : Afrique Occidentale" (15). La confirmation est faite en collaboration avec le département de Parasitologie du L.N.E.R.V. de Dakar.

III.2.2.2. Mesure du pH diurne

A chaque prélèvement, un échantillon de 15 à 20 ml d'eau du site est recueilli sans débris organiques, dans des tubes fermés hermétiquement. Le pH diurne est mesuré en laboratoire selon les critères décrits au chapitre II, 24 à 48 heures après le prélèvement.

..../

### III.2.2.3. Mesure de la température

La mesure de la température est faite à trois points différents de chaque site et la moyenne des trois valeurs obtenues constitue la température du site. Cette mesure est faite au thermomètre cité dans le matériel.

### III.2.3. Resultats et discussion

#### III.2.3.1. Température (Tableau n°21, pages 154 et 155)

##### a)- Au périmètre irrigué (Graphique n°13, page 156)

Les températures ont varié dans le périmètre de 18°C en Février 1988 à 32°C en Juillet 1987, ces deux extrêmes étant obtenus dans le canal principal. Ceci pourrait être lié à sa proximité et à sa liaison avec le fleuve. Au niveau de la rizière, les températures sont passées de 22°C en décembre 1987 à 30,3°C en Juillet 1988. Cependant, il y a eu une période d'assec en Janvier et Février 1988.

Au niveau du drain principal, les variations sont identiques pour les deux sites, allant de 20,5°C en Mai 1988 à 30°C en Juillet 1987, soit une différence de 2°C par rapport aux extrêmes de températures enregistrés dans le canal principal.

L'existence d'une abondante végétation (roseaux, nénuphars) au niveau de ce drain principal pourrait expliquer la réduction des écarts de température, au même titre que les cultures de riz dans la rizière. Ces variations montrent une allure suivant celles de la température ambiante. En effet, durant la période d'Avril 1987 à Juillet 1988, les extrêmes de température mensuelle, extérieure, ont été de 21,51°C en Janvier et de 29,20°C en Août pour la région de Saint-Louis (53).

L'étude de la tendance globale par la méthode des moyennes mobiles montre des variations de 26 à 28°C pour la rizière, 21 à

MOIS	SITES	MARIGOT I				MARIGOT II				MARIGOT III				MARIGOT IV			
		Température °C	pH	Mollusques Bulinus Lymnées		Température °C	pH	Mollusques Bulinus Lymnées		Température °C	pH	Mollusques Bulinus Lymnées		Température °C	pH	Mollusques Bulinus Lymnées	
Avril 87		24	6,42	83	18	24	6,42	45	21	25	6,76	3	0	25	6,77	30	6
Mai		25	6,70	57	1	25	6,50	63	3	27	6,90	15	3	26,5	6,85	42	0
Juin		28,3	6,60	68	4	28	6,84	39	4	29	7,07	15	3	28	7,39	6	0
Juillet		30	7,18	34	0	30	6,80	96	9	30	7,21	6	27	30	7,15	6	27
Août		31,5	5,60	30	3	32	6,39	39	9	32	6,21	9	12	32	6,33	6	24
Septembre		-(1)	-	0	0	-(1)	-	0	9	-(1)	-(1)	0	0	-(1)	-(1)	0	0
Novembre		26	5,70	57	3	27	5,73	224	0	26	5,56	21	18	25	5,97	3	6
Décembre		23	7,40	30	6	23	7,56	45	15	23	7,30	0	33	23	7,65	6	0
Janvier 88		-(1)	-	18	0	-(1)	-	27	0	-(1)	-(1)	0	0	-(1)	-(1)	0	0
Février		21	7,13	6	3	21	7,28	9	0	22	7,12	6	18	22	7,15	3	0
Mars		-(1)	-	9	3	-(1)	-	36	0	-(1)	-(1)	0	0	-(1)	-(1)	3	0
Avril		25,5	7,54	18	3	25	7,40	36	3	24	7,45	24	0	24	7,54	33	0
Mai		24	7,88	3	0	24	7,84	87	15	24,6	7,80	0	0	24	7,99	0	0
Juin		26	7,62	11	5	27	7,50	73	17	28	7,73	0	0	28	7,82	0	0

MOIS	SITES	R I Z I E R E				CANAL PRINCIPAL				DRAIN PRINCIPAL I				DRAIN PRINCIPAL II			
		Tempé- rature	pH	Mollusques		Tempé- rature	pH	Mollusques		Tempé- rature	pH	Mollusques		Tempé- rature	pH	Mollusques	
		°C		Bulinus	Lymnées	°C		Bulinus	Lymnées	°C		Bulinus	Lymnées	°C		Bulinus	Lymnées
Avril 87		28	7,10	3	0	26	7,05	45	3	25	7,20	45	15	24	6,84	45	65
Mai		27	6,93	30	0	31	7,12	12	0	26	6,50	0	21	25	7,50	12	0
Juin		26	7,00	36	0	30	7,11	30	0	27	6,82	9	51	26	7,79	27	3
Juillet		30,3	7,03	9	0	32	6,83	0	0	30	7,03	0	51	30	7,08	18	9
Août		28	6,47	3	0	30	5,42	0	56	assec	assec	assec	assec	28	7,00	3	6
Septembre		assec	assec	assec	assec	-(1)	-(1)	3	27	assec	"	assec	assec	-(1)	-(1)	0	36
Novembre		28	6,07	36	0	27,8	5,55	15	12	25,5	6,05	0	0	24	7,20	0	48
Décembre		22	6,5	60	0	25	7,56	18	0	22	7,52	3	18	21,5	7,52	9	114
Janvier 88		assec	assec	assec	assec	20	7,02	0	0	21	7,12	6	24	21	7,08	0	42
Février		assec	assec	assec	assec	18	7,05	51	9	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec
Mars		assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	"	assec	assec	assec	assec	assec	assec
Avril		assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	23	6,8	0	3	24	7,25	42	33
Mai		assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	20,5	7,5	3	73	21	7,10	6	51
Juin		assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	25	7,83	3	18
Juillet		assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	assec	29,3	6,93	3	9	28	7,31	15	0

Tableau n° 21 : Evolution de la température du pH et du nombre de mollusques dans les sites prospectés : période d'Avril 1987 à Juillet 1988

(1) Non déterminé.



31°C pour le canal principal, 21,5 à 27,6°C pour le drain principal I et 22 à 28°C pour le drain principal II. Ces variations de température sont plus saccadées au périmètre qu'au marigot de Lampsar.

b)- Au marigot de Lampsar (Graphique n°14, page 158)

Les températures y ont varié de 21°C en Février 1988 à 32°C en Aout 1987, d'une manière générale toutes criques confondues.

Le minimum de 21°C est observé dans les criques I et II alors qu'au niveau des criques III et IV, le minimum passe à 22°C.

Concernant les maxima, celui de la crique n°1 est de 31,5°C alors que ceux des numéros II, III et IV sont de 32°C.

Ces différences de 0,5 à 1°C entre les criques I, II et les numéros III, IV, pourraient être liées à la nature du biotope.

En effet, dans les criques I et II, la rive est bordée de manguiers contrairement à celles des numéros III et IV. Cela doit entraîner les variations observées (planches n°s 9, 10, 11, page 151).

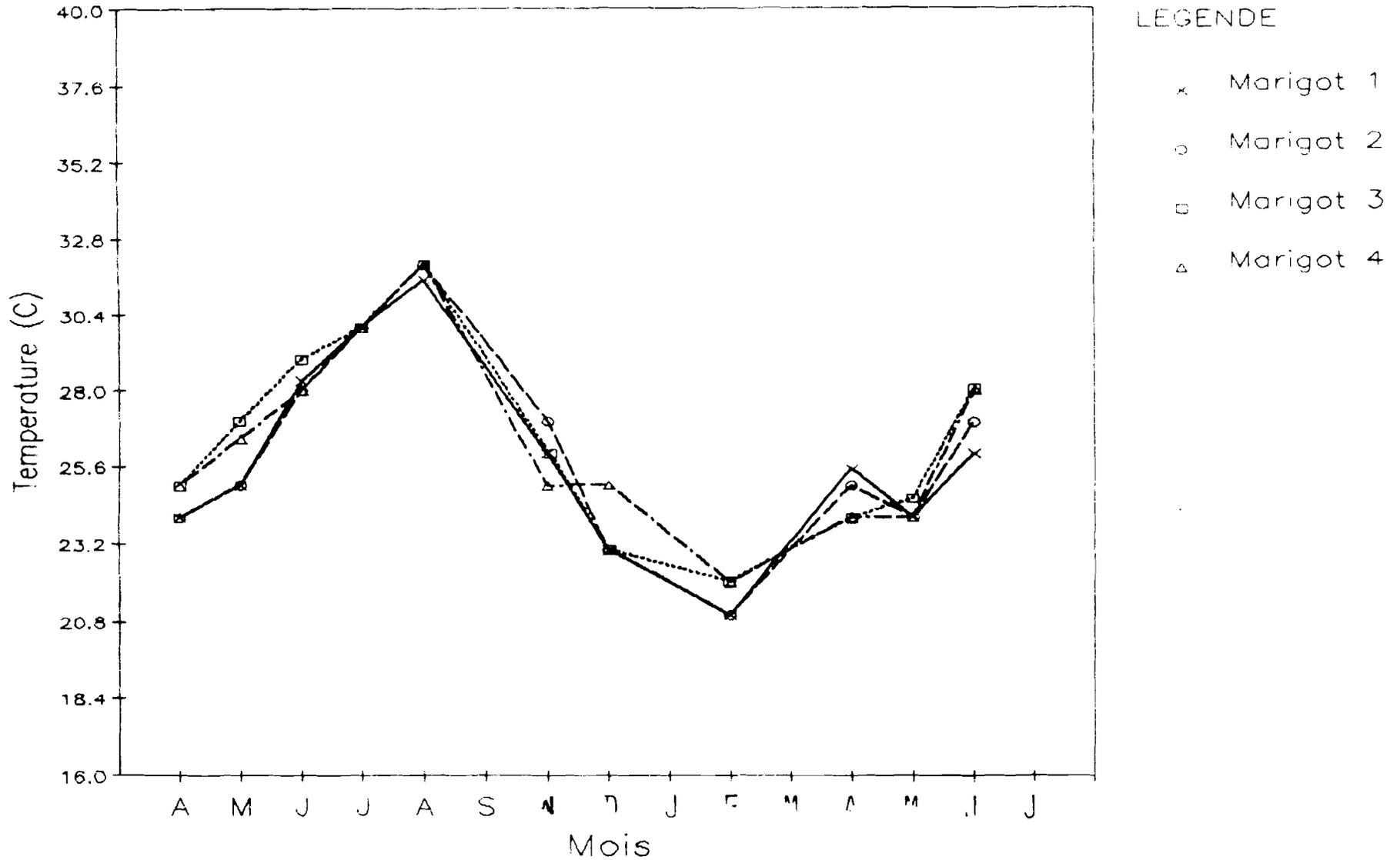
La tendance générale de ces températures par les moyennes mobiles montre des variations allant de : 23,5 à 29,9°C à la crique n°1, 23 à 30°C au numéro II, 23 à 30,3°C au numéro III et 23 à 30°C au numéro IV.

Au niveau de ce marigot, les variations de la température de l'eau dépendent aussi de celle de la température ambiante mais sont plus uniformes qu'au niveau du périmètre.

.../

Graphique 14

Evolution Naturelle de la Temperature  
Marigot LAMPSAR - 4/87 - 7/88



III.2.3.2. Le pH (tableau n° 21, page 155)

a)- Au périmètre irrigué

Les pH diurnes varie d'un minimum de 5,42 en Août 1987 dans le canal principal, à un maximum de 7,83 en Juin 1988 dans le drain principal II. Il semble exister une corrélation entre la pluviométrie et le pH (Graphique n°15, page 160).

En effet, les plus faibles valeurs de pH sont obtenus entre Août et Novembre 1987, période de la pluviométrie maximale.

Selon la Direction de la Météorologie Nationale, un total de 342,7 mm de pluie est obtenu entre Juillet et Septembre 1987, pour un maximum mensuel de 270,3 mm en Septembre (53). Ces pluies pourraient rendre acide l'eau du périmètre.

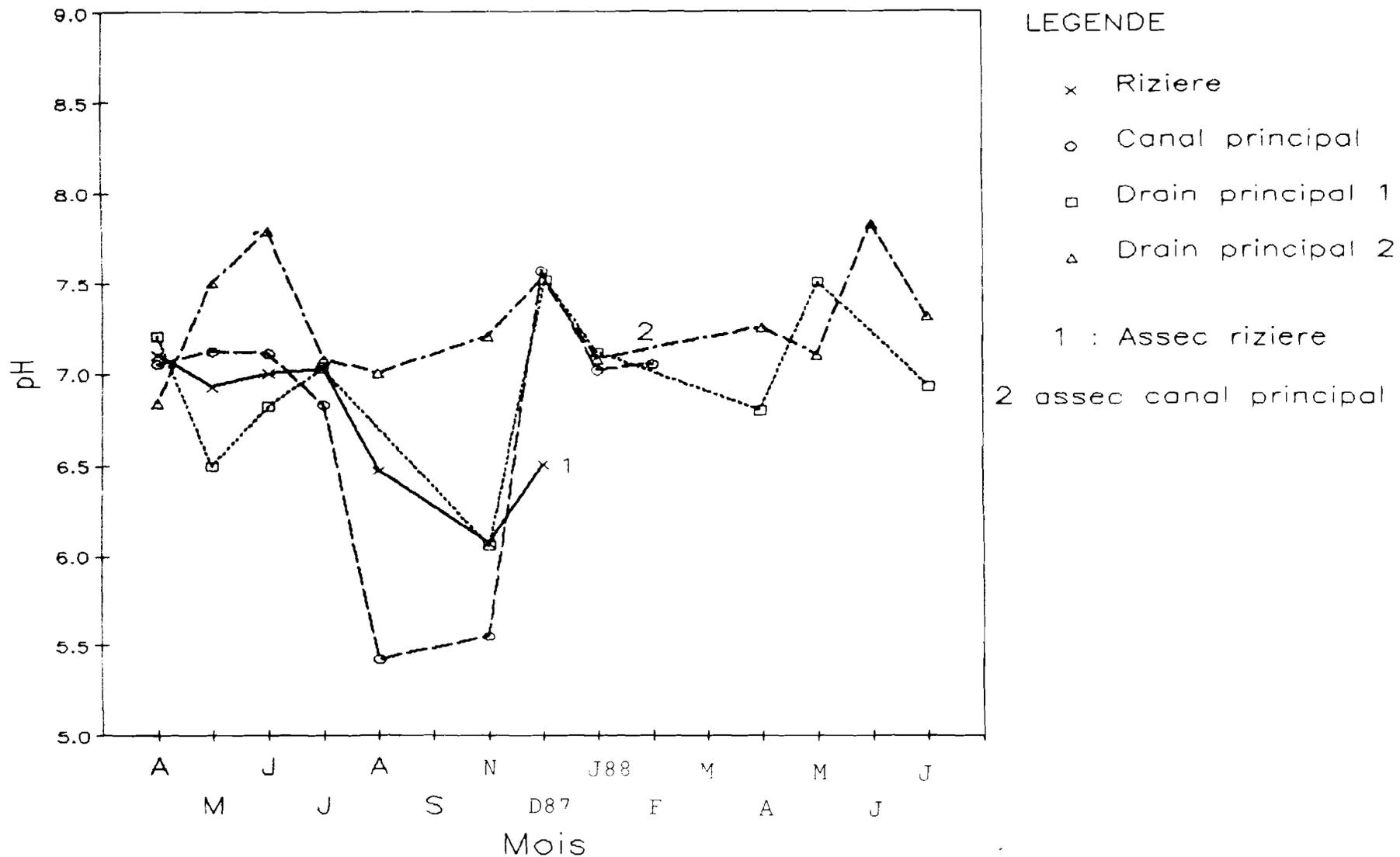
Au niveau de la rizière, les pH varient de 6,5 en Décembre 1987 à 7,10 en Avril 1987.

Au niveau du canal principal, la plus faible valeur de pH, 5,42 est obtenue en Août alors que le maximum est de 7,56 en Décembre, après l'irrigation, au moment où l'eau est en stagnation et contient beaucoup d'herbes et de matières organiques.

Dans le drain principal I, les valeurs de pH (minimum 6,05, maximum 7,52) sont un peu plus faibles que celles obtenues dans le drain principal II (minimum 6,84, maximum 7,83).

Ces valeurs élevées de pH obtenues dans le drain principal II, pourraient être liées au trajet effectué par l'eau qui, du fleuve passe dans le canal principal, la rizière, les drains tertiaire et secondaire avant d'arriver au drain principal. Durant ce trajet, l'eau pourrait se charger en matières organiques augmentant les valeurs du pH, ce qui fait que l'influence des pluies n'y apparait pas.

Graphique 15  
 Evolution Naturelle du pH  
 Perimetre irrigue - 4/87 - 7/88



La tendance générale du pH du périmètre irrigué, étudiée par la méthode des moyennes mobiles, montre des variations allant de 6,3 à 7 pour la rizière, de 5,9 à 7,1 au canal principal, 6,6 à 7,1 dans le drain principal I et 7,0 à 7,4 dans le drain principal II.

Les variations de ce pH diurne au périmètre irrigué restent plus saccadées que celles observées au marigot de Lampsar.

b)- Au marigot de Lampsar

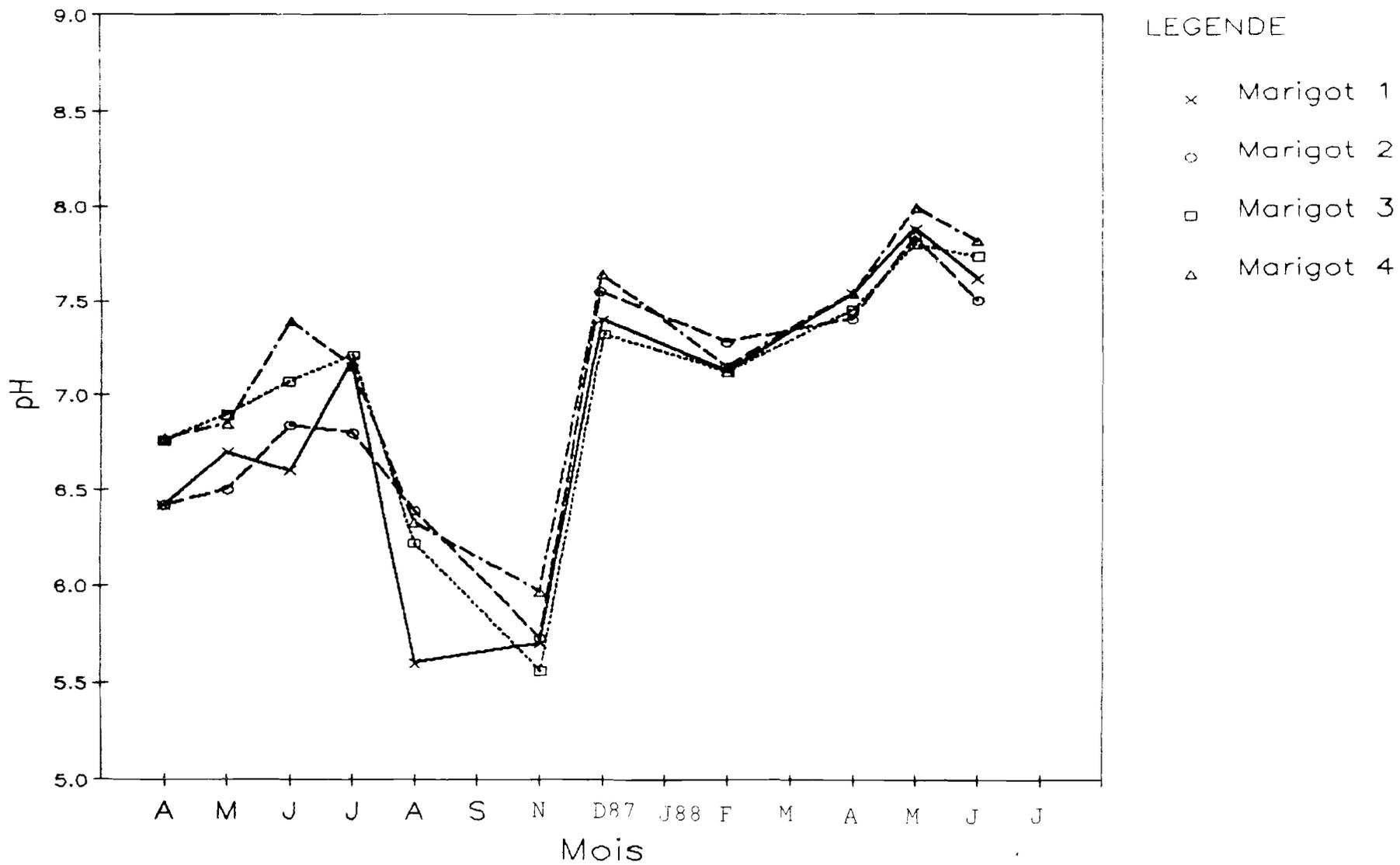
L'évolution du pH diurne au marigot de Lampsar est passé d'un minimum de 5,56 en Novembre 1987 à un maximum de 7,99 en Mai 1988. Cette évolution est plus uniforme que celle obtenue au périmètre irrigué et avec deux périodes différentes :

- une de faible pH allant du mois d'Aout 1987 à Novembre 1987 et où les valeurs obtenues sont de 5,60 à 5,70 pour "MI", 6,39 à 5,73 pour "MII", 6,21 et 5,73 pour "MIII" et 6,33 à 5,97 pour "MIV". Cette période coïncidant avec la pluviométrie maximale, l'acidité de l'eau pourrait être liée à ces pluies (Graphique n°16, page 162) ;
- une valeur de pH élevés entre Avril 1987 et Juillet 1987, puis entre Décembre 1987 et Juin 1988. Les valeurs maximales sont de 7,88 pour "MI", 7,84 pour "MII", 7,80 pour "MIII" et 7,99 pour "MIV".

Dans ce marigot, il y a peu de variations du pH diurne d'une crique à l'autre en raison de la continuité entre ces différentes criques. La tendance générale de ces pH diurne étudiée par les moyennes mobiles montre des variations allant de 6,1 à 7,6 pour "MI", 6,2 à 7,5 pour "MII", 6,3 à 7,6 pour "MIII" et 6,9 à 7,5 pour "MIV". Ce qui confirme l'uniformité de ces variations d'une crique à l'autre.

.../

Graphique 16  
 Evolution Naturelle du pH  
 Marigot LAMPSAR - 4/87 - 7/88



III.2.3.3. Variations du niveau de l'eau au drain principal

Les variations du niveau de l'eau sont mentionnées au tableau ci-dessous.

PERIODES	HAUTEURS DE L'EAU (en cm)
Avril 1987	41
Juin 1987	30
Juillet 1987	26
Novembre 1987	55
Décembre 1987	43
Janvier 1988	40
Avril 1988	35
Mai 1988	15

Tableau n°22 : Variations du niveau de l'eau au drain principal

III.2.3.4. Les mollusques

a)- Les espèces retrouvées

Les mollusques récoltés sur l'ensemble des sites prospectés appartiennent à deux sous-classes :

- la sous-classe des prosobranches représentée au niveau du marigot et du périmètre irrigué par la famille des Thiaridés et par les espèces Cleopatra bulinoides (MII, MIV) et Melanoides tuberculata en "MI, MII, MIII, MIV" et dans le canal principal du périmètre.  
Ces espèces n'ayant aucun rôle dans la transmission des trématodoses, elles ne sont pas considérées dans l'étude.
- la sous-classe des pulmonés basomatophores abritant les principaux vecteurs de trématodoses animale et humaine est représentée sur les sites prospectés par deux familles :
  - . famille des Planorbidae dont deux sous familles :
  - .. sous-famille des planorbinae : une seule espèce est retrouvée, Afrogyrus coretus dans la rizière, le canal principal, le drain principal (DP<sub>I</sub> et DP<sub>II</sub>) et au niveau

des criques (MII, MIII et MIV). Elle est en général fixée sous les feuilles de manguier et de nénuphar. Cette espèce sans intérêt médical, ni vétérinaire, n'est pas considérée dans l'étude.

- .. sous-famille des bulininae : elle est la plus représentée au niveau des sites par quatre espèces différentes :
  - Bulinus globosus, rencontré dans tous les sites,
  - Bulinus guernei, essentiellement au niveau du marigot (MI à MIV),
  - Bulinus forskalii absent uniquement au niveau du canal principal, et
  - Bulinus truncatus dans tous les sites, sauf dans le canal principal.
  
- . famille des Lymneidae : elle est représentée par une seule espèce, Lymnea natalensis, rencontrée dans tous les sites mais pas au niveau de la rizière.

b)- Dynamique de la population de mollusques  
(Tableau n°21, pages 154 et 155)

b.1. Au niveau du périmètre irrigué

L'évolution de la population malacologique dépend exclusivement de la gestion de l'eau. En dehors des périodes de cultures irriguées, certains sites sont asséchés.

En 1987, la culture du riz en contre saison a démarré par une mise en eau des champs en Février.

En Avril 1987, les premiers spécimens de Bulinus sont apparus au niveau de la rizière, ainsi que dans tous les autres sites, fixés sous les feuilles de nénuphars.

L'évolution de cette population malacologique a eu lieu jusqu'en Juillet 1988 mais perturbée par des périodes d'assèchement, différentes selon les sites.

b.1.1. Au niveau de la rizière (Graphique n°17, page 166)

Il y a eu deux périodes de culture pendant la durée de l'observation. Celle de la culture de contre saison d'Avril à Aout 1987 et la culture hivernale de fin Septembre à Décembre 1987. Entre ces deux périodes, ont eu lieu le drainage des champs et la récolte en fin Aout et Septembre 1987. Cela s'est traduit par une raréfaction puis une disparition des mollusques en Septembre 1987. L'assèchement total du champ a lieu en Janvier 1988.

Sur les 177 spécimens prélevés pendant l'observation d'Avril 1987 à Janvier 1988, Bulinus forskalii est le plus représenté (54,9 p.cent), suivi par Bulinus globosus (33,8 p.cent) et Bulinus truncatus (11,8 p.cent) (Tableau n° 23, page 175). Ni Bulinus guernei, ni Lymnea natalensis n'ont été trouvés dans la rizière.

Cette population de Bulinus atteint son maximum trois mois après le début des cultures (en Juin 1987, 36 spécimens et en Décembre 1987 : 60 spécimens). A ces périodes, en plus du riz qui atteint 50 à 60 cm de haut, les champs sont remplis de nénuphars qui servent de support aux mollusques (planche n°7, page 149).

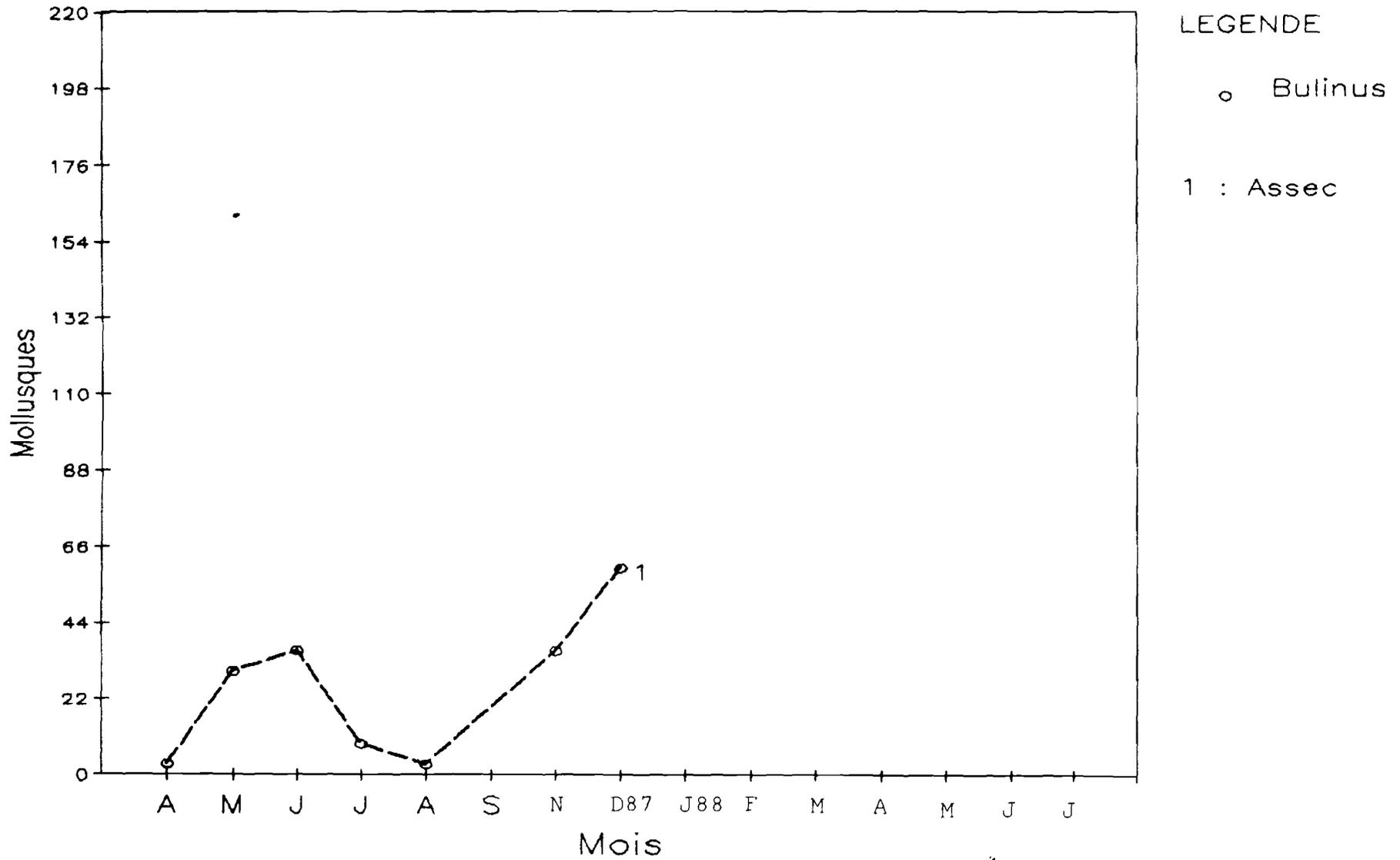
b.1.2. Au niveau du canal principal (Graphique n°18, page 167)

Il n'y a pas eu d'assèchement du canal entre les deux périodes de culture. Cependant, la diminution du niveau de l'eau et l'exhubérance de la végétation ont entraîné l'absence de mollusques en Juillet 1987 et en Janvier 1988. La population de mollusques, toutes espèces confondues atteint son maximum chaque fois que l'eau du canal est stagnante, c'est-à-dire en Avril 1987, après l'irrigation (48 spécimens), en Aout 1987 après la première récolte (56 spécimens) et en Février 1988 après la deuxième récolte (60 spécimens).

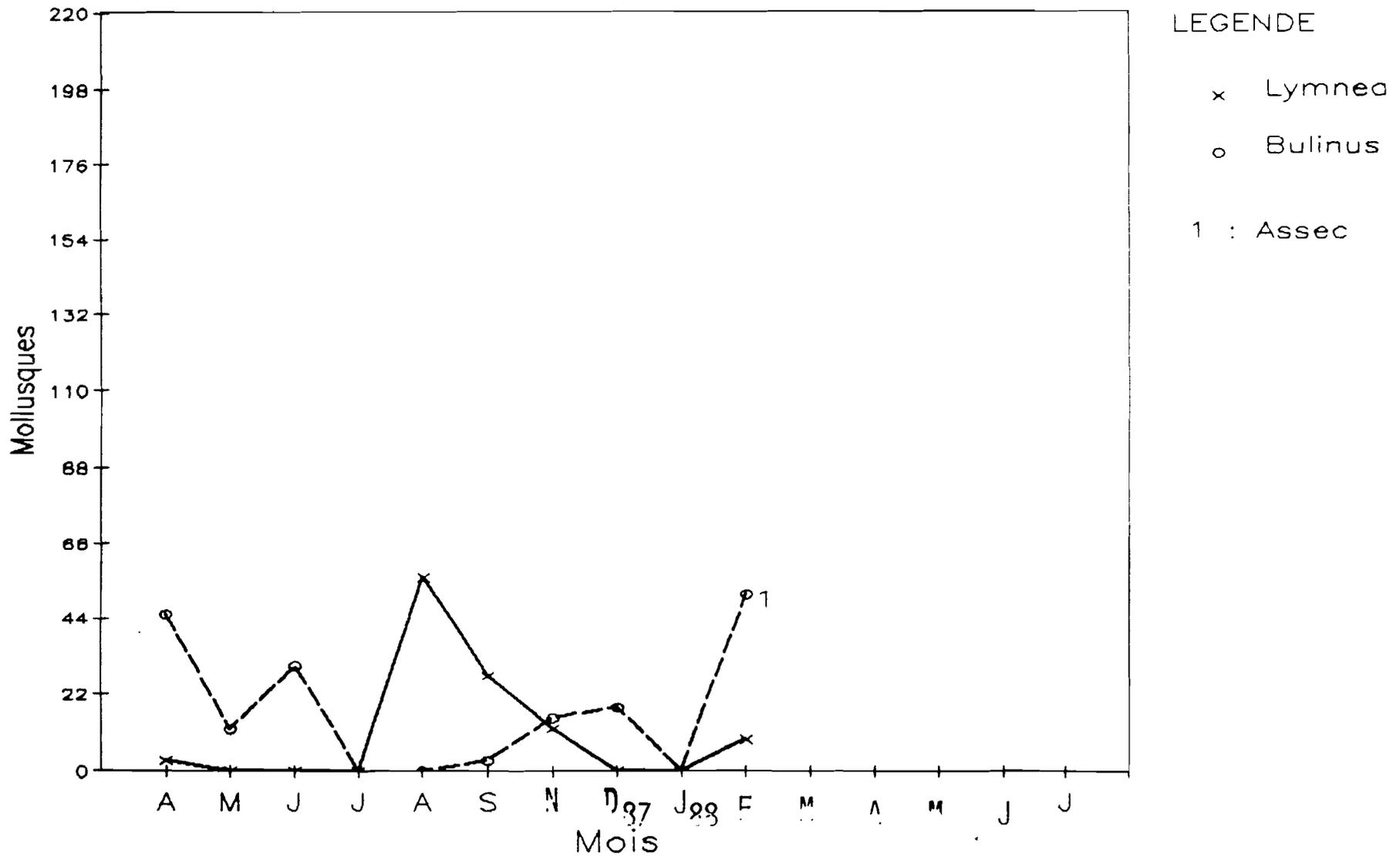
Sur les 281 spécimens récoltés d'Avril 1987 à Février 1988, seules deux espèces sont représentées : Bulinus globosus (61,9 p.cent) et Lymnea natalensis (39,1 p.cent) (Tableau n°23, page 175)

L'assèchement total du canal principal a lieu en Mars 1988.

Graphique 17  
 Evolution Naturelle des Mollusques  
 Riziere - 4/87 - 7/88



Graphique 18  
Evolution Naturelle des Mollusques  
Canal principal - 4/87 - 7/88



b.1.3. Au niveau du drain principal (Graphiques n°s 19,20, pages 169 et 170)

En raison de sa longueur, deux sites y ont été choisis : "le drain principal I" (DP<sub>1</sub>) et le "drain principal II" (DP<sub>2</sub>).

Entre les deux périodes de culture, il n'y a pas eu d'assèchement mais ce dernier survient à la fin de la deuxième récolte en Février, Mars 1988. La remise en eau de ce drain d'Avril à Juillet 1988 est liée au drainage des champs des villages avoisinants qui ont réalisé une culture de contre saison en 1988, le drain principal étant continu pour l'ensemble du système.

Des variations du niveau de l'eau en fonction de la période de culture y ont été remarquées (Tableau n°22, page 163).

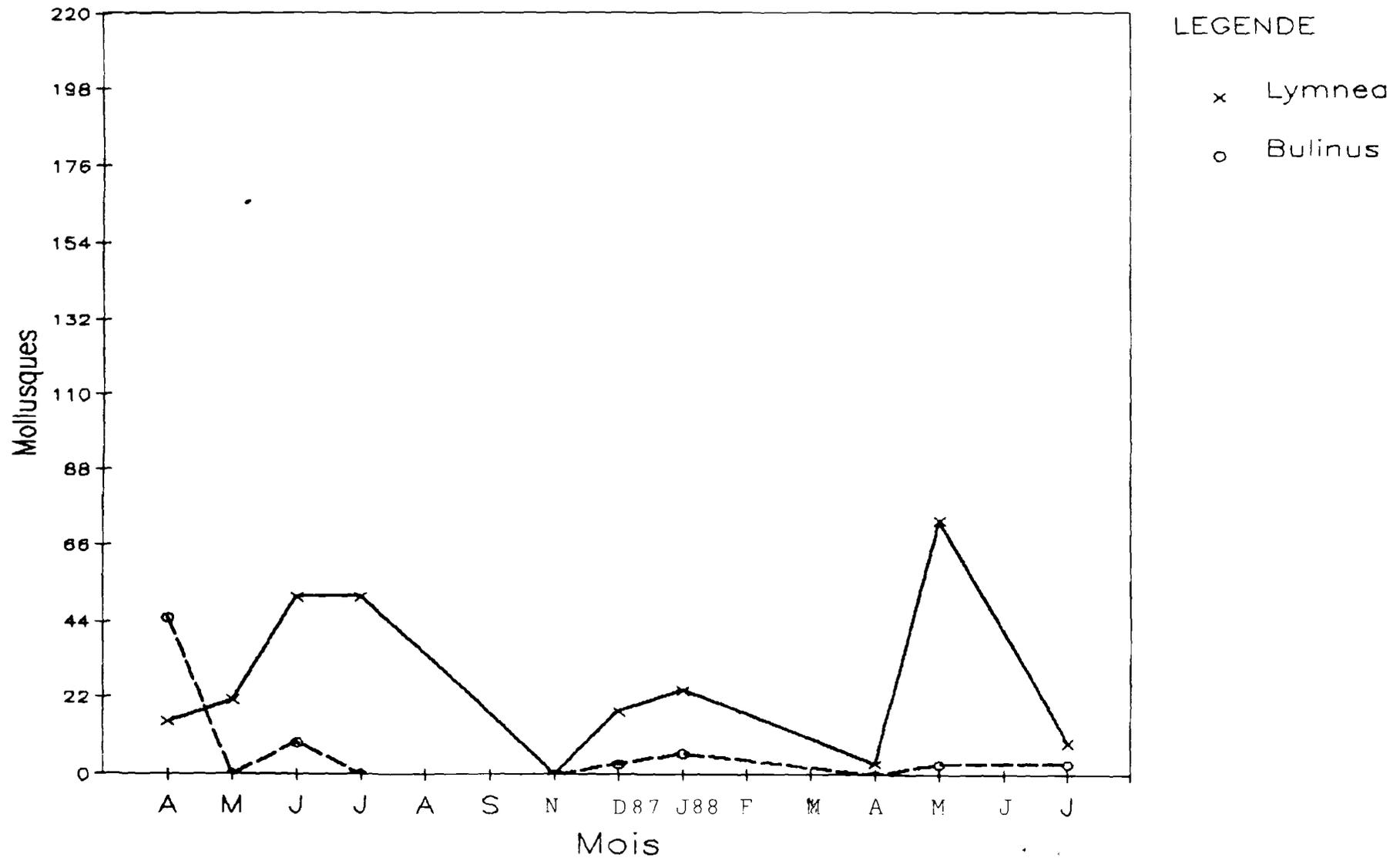
Dans ce drain principal, toutes les espèces, exceptée Bulinus guernei sont représentées.

- Dans le "DP<sub>11</sub>" les maxima de la population de mollusques sont atteints en Avril 1987 (110 spécimens) et en Décembre 1987 (123 spécimens).
- Dans le "DP<sub>1</sub>" les maxima sont observés en Avril 1987 (60 spécimens) et en Mai 1988 (76 spécimens). Pendant ces périodes, le niveau de l'eau est moyen ou faible et favorable au développement de ces mollusques (tableau n°22, page 163).

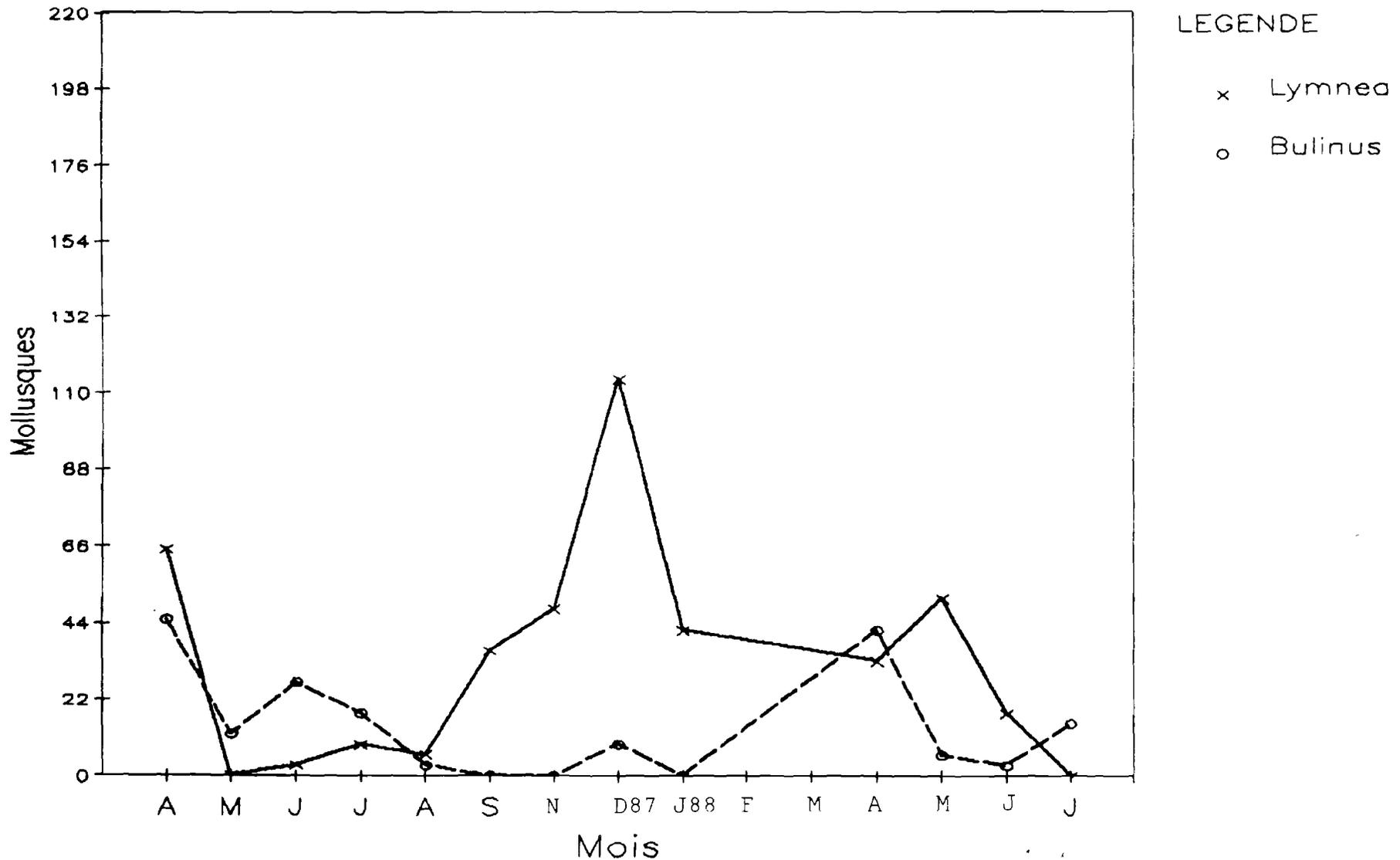
Sur les 334 spécimens récoltés au DP<sub>1</sub> pendant la période d'Avril 1987 à Juillet 1988, Lymnea natalensis est la plus représentée (79,3 p.cent) suivie de Bulinus globosus (14,3 p.cent), B. forskalii (5,3 p.cent) et B. truncatus (0,9 p.cent) (Tableau n°23, page 175).

Au "DP<sub>11</sub>", 605 spécimens sont récoltés dans la même période avec une prédominance de Lymnea natalensis (70,2 p.cent). Les autres espèces B. globosus (17,8 p.cent), B. forskalii (11,4 p.cent) et B. truncatus (0,5 p.cent) y sont aussi présentés.

Graphique 19  
 Evolution Naturelle des Mollusques  
 Drain principal 1 - 4/87 - 7/88



Graphique 20  
 Evolution Naturelle des Mollusques  
 Drain principal 2 - 4/87 - 7/88



La prédominance de Lymnea natalensis dans ce drain principal serait liée à la nature du biotope qui a un fond boueux couvert de nombreux débris et de matières organiques, ce qui est favorable à cette espèce (36).

#### b.1.4. Conclusion

La répartition de la population de mollusques dans le périmètre irrigué est différente d'un site à l'autre. Ainsi Lymnea natalensis n'est jamais rencontrée au niveau de la rizière alors qu'elle prédomine dans le drain principal. Bulinus forskalii n'existe pas au niveau du canal principal.

L'absence de Bulinus guernei au niveau du périmètre irrigué confirme les résultats de plusieurs auteurs qui signalent cette espèce uniquement présente dans les points d'eau permanents (21, 60, 84). Ce périmètre constitue un lieu idéal de transmission des trématodoses.

#### b.2. Au marigot de Lampsar

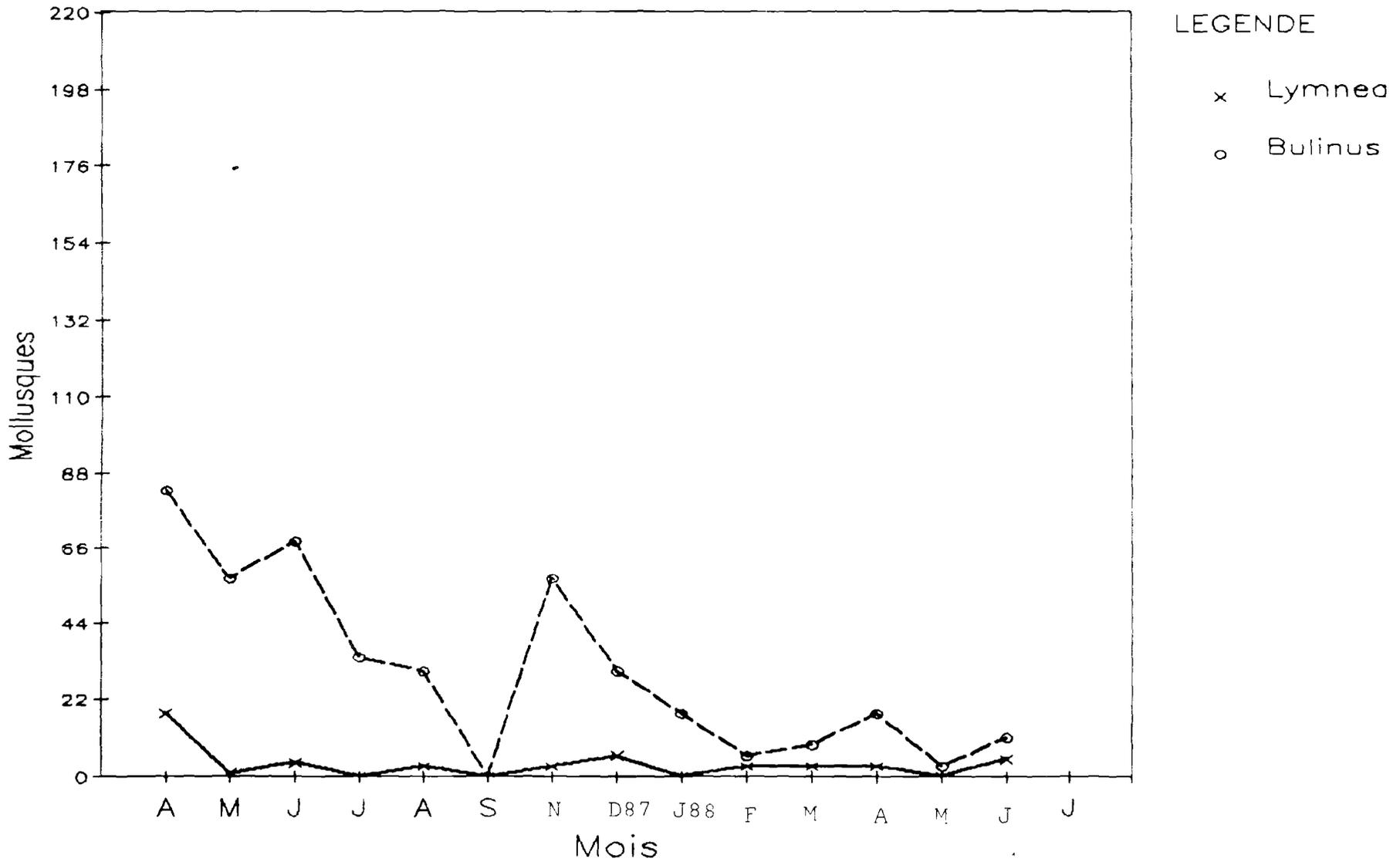
L'évolution de la population de mollusques s'y fait de façon continue en raison de l'écoulement pérenne des eaux et l'existence d'une végétation aquatique. Toutes les espèces de pulmonés rencontrées dans la zone sont représentées au niveau de ce marigot.

##### b.2.1. A la crique n°1 ("M<sub>1</sub>") (Graphique 21, page 172)

Cette crique abrite des manguiers le long de sa rive, ce qui favorise la vie des mollusques par la présence d'ombre sur le site et de feuilles de manguiers à la surface de l'eau (planche n°9, page 151).

Ainsi, une forte population de mollusques y a été prélevée avec 455 spécimens au total pendant les quatorze mois. Parmi ces espèces, Bulinus guernei est la plus représentée (50,5 p.cent)

Graphique 21  
 Evolution Naturelle des Mollusques  
 Marigot 1 - 4/87 - 7/88



suivie de Bulinus globosus (20,6 p.cent), Bulinus forskalii (13,8 p.cent), Lymnea natalensis (11,2 p.cent) et Bulinus truncatus (3,7 p.cent) (Tableau n°23, page 175).

L'évolution de la population connaît deux pics durant la période d'observation :

- un premier pic en Avril 1987 (101 spécimens) et la population baisse ensuite progressivement jusqu'en Septembre 1987, période de crue maximale ;
- un second pic survient en novembre 1987 et coïncide avec l'apparition de Bulinus forskalii. Cette espèce n'apparaît d'ailleurs qu'en novembre.

La population de Lymnea natalensis est restée faible dans cette crique devenant même nulle en Juillet 1987 et en Janvier 1988.

#### B.2.2. A la crique n°11 ("M<sub>11</sub>") (Graphique n°22, page 174)

Elle offre aux mollusques les mêmes conditions que dans la crique n°1, à savoir, de l'ombre et des feuilles de manguiers à la surface de l'eau ainsi qu'une abondante végétation aquatique.

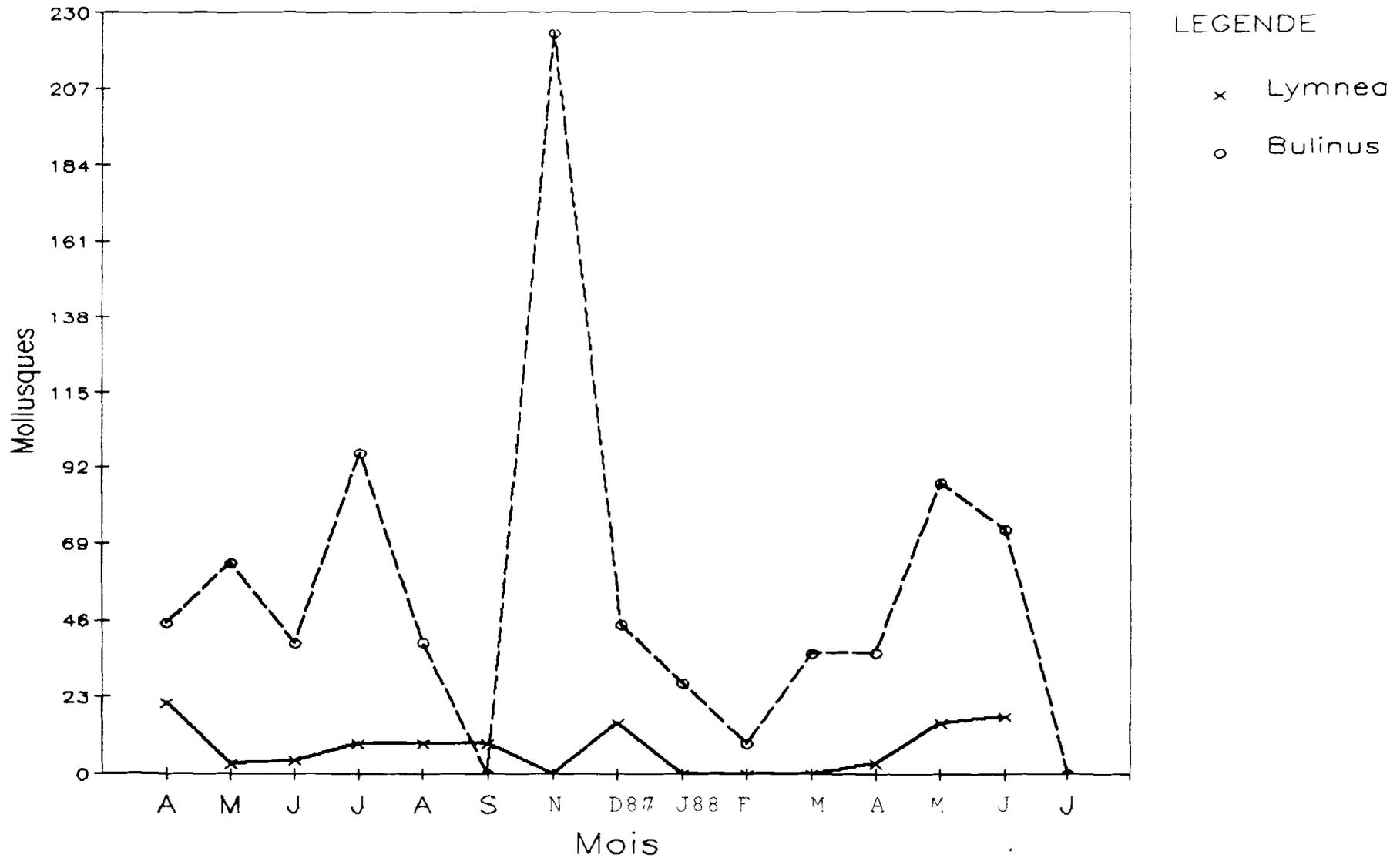
Cela se traduit par une population de mollusques très élevée; 1024 spécimens ont été prélevés au total durant les quatorze mois d'observation.

Bulinus guernei est le plus fréquent (39,2 p.cent) suivi de B. globosus (34,3 p.cent), B. forskalii (10,2 p.cent), Lymnea natalensis (10,05 p.cent) et B. truncatus (6,05 p.cent) (Tableau n°23, page 175)

L'évolution des Bulinus y connaît aussi deux pics, l'un en Juillet 1987 avant les pluies maximales, l'autre en Novembre avec la réapparition de B. forskalii.

L'évolution des Lymnea y est marquée surtout par une population réduite.

Graphique 22  
 Evolution Naturelle des Mollusques  
 Marigot 2 - 4/87 - 7/88



S I T E S	NOMBRE TOTAL DE MOLLUSQUES PRELEVES EN 14 MOIS	REPARTITION DES GENRES ET ESPECES EN POURCENTAGE DU NOMBRE TOTAL									
		Bulinus forskalii		Bulinus globosus		Bulinus guernei		Bulinus truncatus		Lymnea natalensis	
		Nombre	p.cent	Nombre	p.cent	Nombre	p.cent	Nombre	p.cent	Nombre	p.cent
Rizière	177	96	54,9	60	33,8	0	0	21	11,8	0	0
Canal principal	281	0	0	174	61,9	0	0	0	0	107	39,1
Drain principal I	334	18	5,3	48	14,3	0	0	3	0,9	265	79,3
Drain principal II	605	69	11,4	108	17,8	0	0	3	0,5	425	70,2
Total périmètre irrigué	1397	183	13,09	390	27,91	0	0	27	1,93	797	57,05
Crique I	455	63	13,8	94	20,6	230	50,5	17	3,7	51	11,2
Crique II	1024	105	10,2	352	34,3	402	39,2	62	6,05	103	10,05
Crique III	213	10	4,6	20	9,3	31	14,5	38	17,8	114	53,5
Crique IV	201	9	4,4	42	20,8	51	25,3	36	17,9	63	31,3
Total Marigot	1893	187	9,87	508	26,83	714	37,71	153	8,08	331	17,48
TOTAL GENERAL	3290	370	11,24	898	27,29	714	21,70	180	5,47	1128	34,28

Tableau n° 23 : Nombre et pourcentage des espèces de mollusques prélevés durant les 14 mois d'observation

b.2.3. A la crique n°III ("M<sub>III</sub>") (Graphique n°23, page 177)

Le biotope dans cette crique est surtout marqué par l'absence de grands arbres sur la rive comme dans les criques I et II. L'existence de mollusques dans ce site comme dans la crique n°IV, est surtout liée à la présence de végétation aquatique (graminées, Pistia et Ceratophyllum). Cette monotonie du site s'est traduite par une faible population de mollusques avec un total de 213 spécimens prélevés durant les quatorze mois. Contrairement aux autres sites du marigot, ici c'est Lymnea natalensis qui prédomine (53,5 p.cent), suivie de Bulinus truncatus (17,8 p.cent), B. guernei (14,5 p.cent), B. globosus (9,3 p.cent) et B. forskalii (4,6 p.cent) (Tableau n° 23, page 175).

L'évolution de la population malacologique y est uniforme pour les deux genres de mollusques. Il y a une forte population entre Juin et Aout 1987 et entre Novembre et Décembre 1987.

Cependant, cette population a totalement disparu en Mai, suite à l'aménagement de la rive par les villageois.

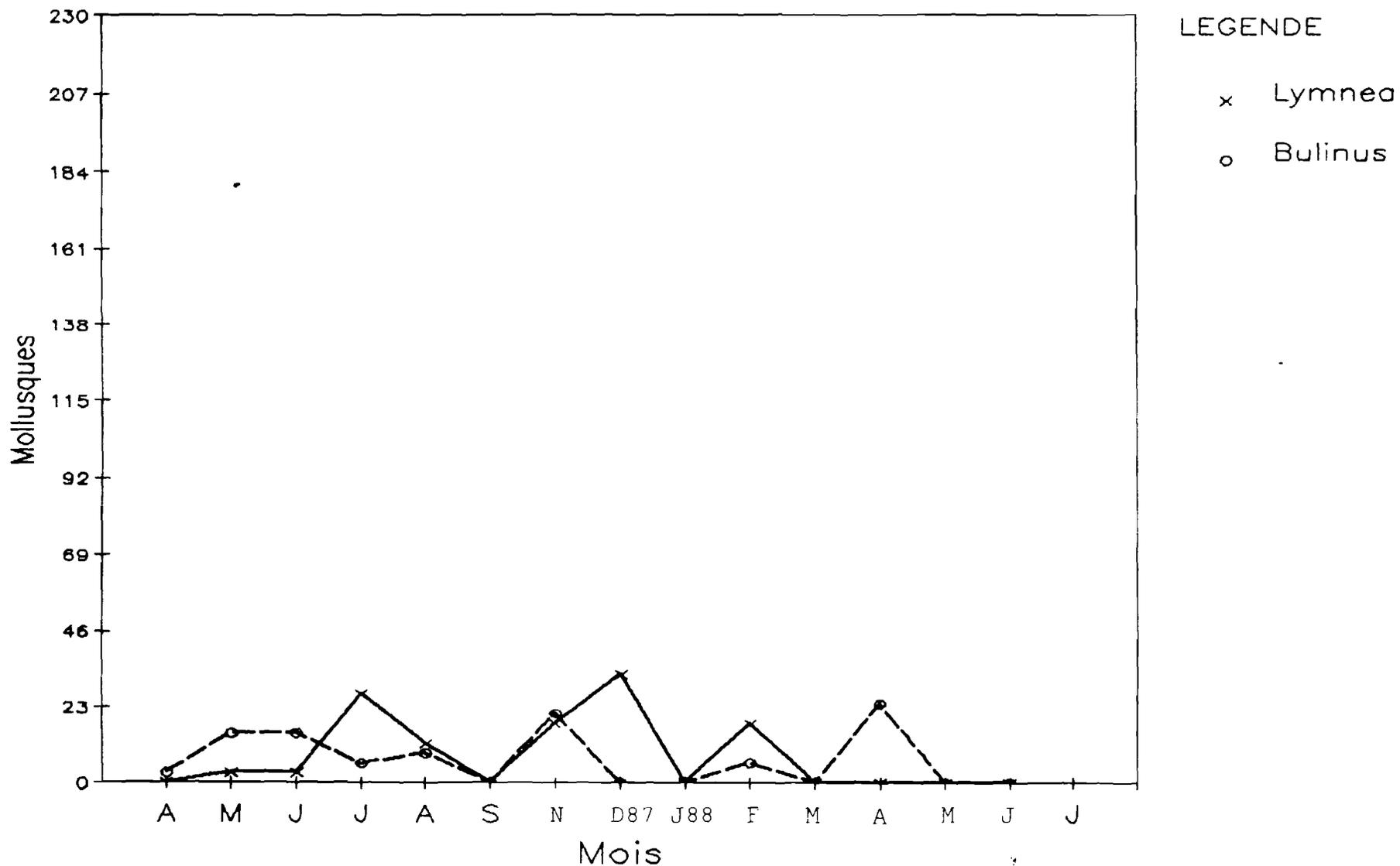
Cet aménagement ayant consisté à la mise en place de beaucoup de sable sur la rive pour améliorer les cultures, cela s'est traduit par une destruction des plantes aquatiques et la disparition des mollusques.

b.2.4. A la crique n°IV ("M<sub>IV</sub>") (Graphique n°24, page 178)

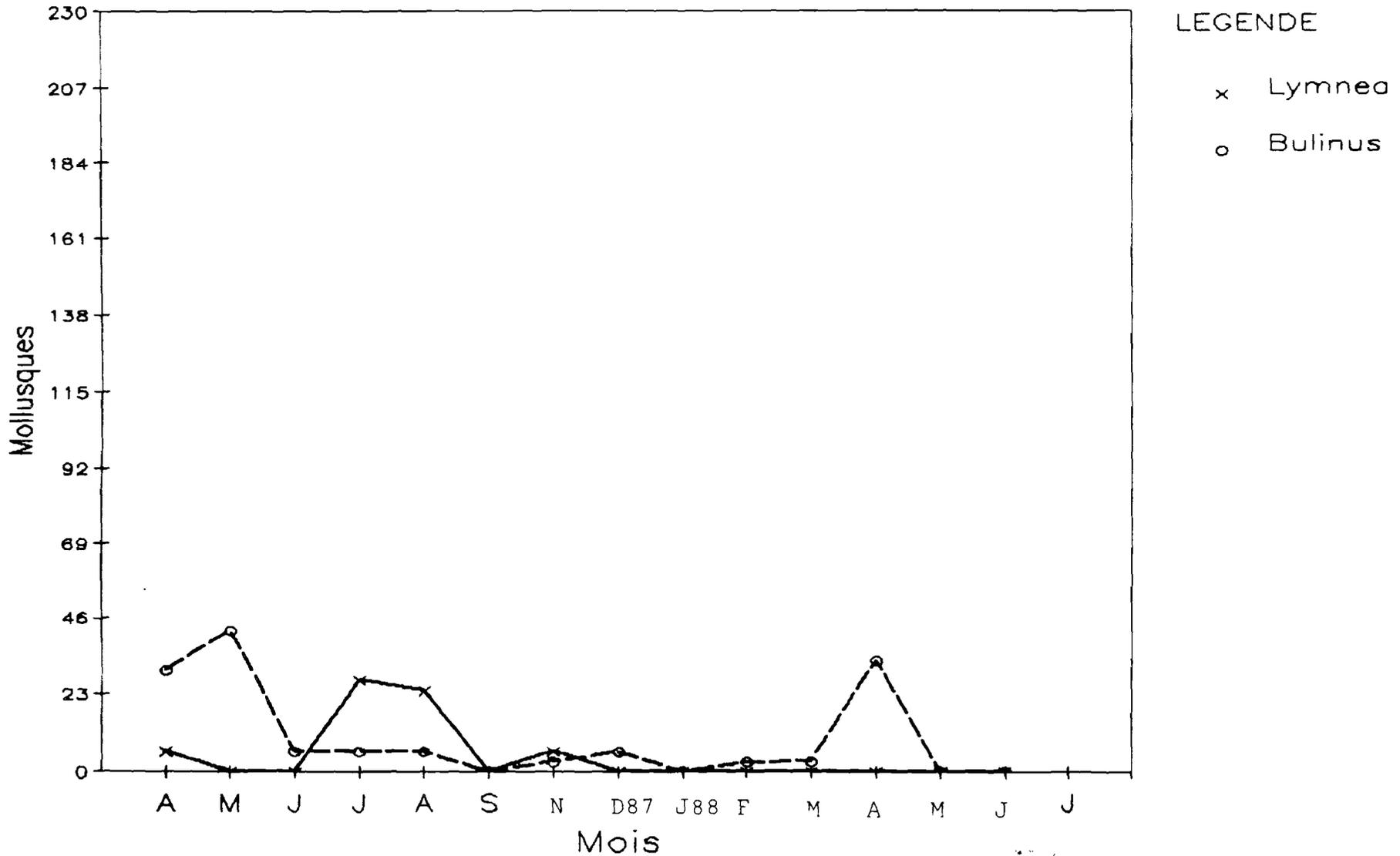
Ce site offre aux mollusques les mêmes conditions que dans la crique n°III. Ainsi les mêmes effets se sont produits avec une faible population malacologique prélevées durant les quatorze mois.

Le nombre total de mollusques étant de 201 spécimens, les Lymnées sont plus représentées (31,3 p.cent) suivie de Bulinus guernei (25,3 p.cent), B. globosus (20,8 p.cent), B. truncatus (17,9 p.cent) et B. forskalii (4,4 p.cent).

Graphique 23  
Evolution Naturelle des Mollusques  
Marigot 3 - 4/87 - 7/88



Graphique 24  
 Evolution Naturelle des Mollusques  
 Marigot 4 - 4/87 - 7/88



L'évolution malacologique n'est pas la même dans cette crique.

En effet, chez les bulins, il y a trois pics d'évolution, un premier, important en Mai 1987, un autre, plus faible, entre Novembre et Décembre 1987 et un troisième en Avril 1988.

Chez les Lymnées, un pic important est observé entre Juin et Août 1987 et un autre, plus faible, en Novembre 1987.

Toute la population malacologique a disparu en Mai 1988, suite à l'aménagement de la rive.

#### b.2.5. Conclusion

Au niveau de ce marigot, la présence constante d'eau est responsable de l'évolution continue de la population malacologique vectrice de trématodes, mais aussi et surtout de celle de Bulinus guernei qui y trouve un biotope favorable. Quant à B. forskalii, son apparition se fait généralement après la crue en Novembre.

#### c)- Conclusions générale sur les sites observés

Le périmètre irrigué, aussi bien que le marigot de Lampsar, offrent des conditions idéales à la transmission des trématodes.

Au périmètre irrigué, certaines mesures hygiéniques comme le désherbage des canaux et drains et leur assèchement périodique sont nécessaires pour réduire la population malacologique.

Au niveau du marigot de Lampsar, l'aménagement des rives des criques III et IV ("M<sub>III</sub>" et M<sub>IV</sub>) a montré leur importance dans la lutte écologique contre les mollusques. Cependant, d'autres mesures y sont possibles telles que l'utilisation de molluscicides végétaux comme Ambrosia maritima L.

.../

### III.3. Utilisation d'*Ambrosia maritima* en conditions naturelles

Le but de cet essai préliminaire est d'observer l'action molluscicide d'*Ambrosia maritima* dans les conditions naturelles avant d'en envisager une utilisation dans un programme général de lutte contre les trématodoses.

Ce type d'expérimentation précise est la première menée au Sénégal et elle a eu lieu du 24.06 au 16.09.1988 après appréciation de l'évolution naturelle de la population de mollusques dans les sites traités.

#### III.3.1. Matériel

##### III.3.1.1. Les mollusques

L'expérience s'est déroulée au marigot de Lampsar et cinq criques sont choisies.

La crique n°I (" $M_I$ ") d'une population totale de 16 spécimens en début d'expérience est utilisée comme témoin négatif. Toutes les espèces de pulmonés prélevées sur le site sont représentées (Tableau n°25, page 186).

La crique n°II (" $M_{II}$ ") d'une population totale de 98 spécimens au début est retenue pour un traitement molluscicide.

Les criques n°s III et IV (" $M_{III}$ " et " $M_{IV}$ ") en début de repeuplement au démarrage de l'expérimentation et suite à l'aménagement des berges par les villageois, sont simplement observés comme le témoin négatif.

Pour une crique n°V (" $M_V$ ") seulement disponible en dernière minute pour un autre traitement molluscicide, les prélèvements y ont débuté en Juin 1988 et un total de 28 spécimens a été compté.

Une expérience en Août 1988 y a commencé sur une population de 73 spécimens dont Bulinus guernei (30,13 p.cent), B. globosus (23,28 p.cent), B. truncatus (9,58 p.cent), Lymnea natalensis (36,98 p.cent) (Tableau n°24, page 182).

Il faut noter l'absence de B. forskalii en début d'expérience, mais qui apparaît ensuite.

#### III.3.1.2. La plante

La plante utilisée est constituée d'un mélange de deux populations différentes :

- une plante d'origine égyptienne cueillie après floraison en Egypte,
- une plante égyptienne cultivée au Sénégal en sixième génération ( $F_6$ ) et cueillie après floraison.

Ces deux populations sont mélangées en parties égales et seules les feuilles hachées sèches sont utilisées.

#### III.3.1.3. Matériel d'expérimentation

Pour réaliser les tests molluscicides, plusieurs matériaux sont utilisés :

- des bandes de gaze et de la ficelle pour le conditionnement de l'Ambrosia,
- des cailloux de lest pour l'immersion de la plante,
- un plateau et une règle de 20 cm pour la récupération, le comptage et la mesure des mollusques,
- deux règles en bois pour la mesure du volume de la crique,
- des "cages à mollusques" de même type que celles utilisées dans le modèle expérimental.

.../

POPULATIONS		P <sub>1</sub> 24.06.88			P <sub>2</sub> 01.07.88			P <sub>3</sub> 19.07.88			P <sub>4</sub> 03.08.88			P <sub>5</sub> 27.08.88			P <sub>6</sub> 16.09.88		
Sites	Espèces	Total	A	B	Total	A	B	Total	A	B	Total	A	B	Total	A	B	Total	A	B
M <sub>I</sub>	<i>Bulinus guernei</i>	4	2	2	7	3	4	8	6	2	0	0	0	3	2	1	9	8	1
	<i>B. globosus</i> T	6	0	6	7	0	7	2	0	2	0	0	0	4	0	4	7	3	4
	<i>B. truncatus</i>	1	1	0	6	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	BF:11	4	7
	<i>Lymnea natalensis</i>	5	1	4	21	3	18	10	1	9	17	1	16	68	20	48	91	9	82
M <sub>III</sub>	<i>Bulinus guernei</i>	0	0	0	0	0	0	11	7	4	0	0	0	4	1	3	3	1	3
	<i>B. globosus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	5	1	4
	<i>B. truncatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	BT: 1	0	1
	<i>Lymnea natalensis</i>	0	0	0	0	0	0	30	10	20	37	4	33	33	1	32	62	7	55
M <sub>IV</sub>	<i>Bulinus guernei</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	4	3	1	1	1	0
	<i>B. globosus</i>	0	0	0	0	0	0	6	0	6	0	0	0	1	0	1	0	0	0
	<i>B. truncatus</i>	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0
	<i>Lymnea natalensis</i>	0	0	0	0	0	0	31	6	25	35	13	22	65	19	46	36	0	36
	<i>Bulinus guernei</i>	30	9	21	21	5	16	21	6	15	7	3	4	13	5	8	21	14	7
	<i>B. globosus</i> T	39	4	35	35	4	31	21	0	12	3	0	3	3	0	3	9	1	8
	<i>B. truncatus</i>	12	7	5	26	18	8	12	3	9	2	0	2	2	0	2	BT: 9	0	9
	<i>Lymnea natalensis</i>	17	0	17	6	0	6	34	4	30	61	12	49	44	6	38	47	3	44
	<i>Bulinus guernei</i>	5	0	5	8	3	5	28	4	24	22	4	18	2	0	2	39	11	28
	<i>B. globosus</i>	13	0	13	20	1	19	11	0	11	17	0	17	6	0	6	18	0	18
	<i>B. truncatus</i>	8	4	4	10	3	7	6	1	5	7	0	7	1	0	1	BT: 4	0	4
	<i>Lymnea natalensis</i>	2	0	2	4	2	2	27	3	24	27	0	27	24	2	22	BF: 6	1	5

Tableau n° 24 : Variation de la population de mollusques par espèce et par taille durant la période expérimentale

A : Mollusques de taille inférieure à 3 mm  
 B : Mollusques de taille supérieure à 3 mm

BF : Bulinus forskalii  
 BT : Bulinus truncatus

T : Traitement molluscicide

### III.3.2. Méthode

#### III.3.2.1. Méthode expérimentale

Les feuilles d'Ambrosia sèches et entières sont conditionnées dans la gaze et lestées. Ce sachet est attaché à ses deux extrémités pour former un cylindre.

Ces derniers sont répartis uniformément dans la crique séparés d'une distance d'environ deux mètres chacun.

#### III.3.2.2. Prélèvement des mollusques

La méthode du comptage de dix minutes par personne est toujours utilisée et trois personnes par site observent trois points différents.

La taille des mollusques prélevés est mesurée.

La ponte est appréciée qualitativement par soulèvement des feuilles et débris immergés servant de support de ponte.

Les cages à mollusques utilisées sont fixées dans la crique et immergées aux trois-quarts. Cela permet une bonne oxygénation des mollusques "encagés".

Au cours de l'essai préliminaire, les mollusques prélevés sont mesurés puis remis en place pour éviter les variations dues aux prélèvements.

#### III.3.2.3. Détermination du volume des criques traitées

La crique ayant une forme de demi-cercle, plusieurs points distants de un mètre chacun sont déterminés sur la berge.

Trois profondeurs au niveau de chaque point ainsi fixé, sont mesurées, la profondeur à 50 cm du bord, celles à un mètre et à deux mètres.

Les mollusques cibles ne vivent généralement pas à plus de 1,5 mètre de la rive (56). Les volumes unitaires sont calculés à chaque point. La somme de tous ces volumes unitaires constitue le volume de la crique.

Il a pu être ainsi déterminé que la crique n°II ( $M_{II}$ ) avait un volume de 9,614 m<sup>3</sup> et la crique n°V ( $M_V$ ) un volume de 9,75 m<sup>3</sup>, tous deux arrondis à 10 m<sup>3</sup>.

#### III.3.2.4. Détermination du taux de mortalité

Plusieurs prélèvements sont effectués à sept et vingt-quatre jours d'intervalle l'un de l'autre pour évaluer les taux de mortalité.

Ces derniers sont calculés pour chaque prélèvement en utilisant la formule proposée par Sturrock et Duncan (77) :

$$M = 100 \left( 1 - \frac{P_n}{P_1} \right) \text{ où}$$

$P_1$  correspond à la population avant le traitement et  $P_n$  aux populations ( $P_2, P_3, P_4 \dots P_n$ ) aux différents prélèvements après traitement de la crique. Seul le nombre total de pulmonés prélevés est considéré.

L'action ovicide n'est appréciée que qualitativement par observation des supports de ponte précités.

#### III.3.2.5. Détermination du taux de repeuplement (T.P.) dans les criques traitées

Lors du dernier prélèvement après traitement molluscicide, la population des criques traitées a atteint un niveau sensiblement égal ou supérieur à la population d'avant traitement.

Le taux de repeuplement est calculé en utilisant le rapport suivant :

$$\text{T.P.} = \frac{\text{Population du dernier prélèvement}}{\text{Plus faible population après traitement}} \times 100$$

La plus faible population après le traitement est utilisée pour considérer ce taux de repeuplement par rapport à l'action molluscicide et non à la population initiale.

### III.3.3. Résultats

#### III.3.3.1. Les criques témoins négatifs (Graphique n°25, page 187)

Trois criques sont utilisées comme témoins négatifs, les criques n°s I, III, IV. Durant la période d'expérimentation, les populations des criques I et III ont connu une progression passant respectivement de 16 et 0 à 118 et 74 spécimens (Tableau n°26, page 188).

La population de la crique n°IV a d'abord augmenté de 40 à 71 mollusques. Elle a ensuite diminué jusqu'à 37 mollusques. Les causes de cette baisse de population sont inconnues.

#### III.3.3.2. Les criques traitées

Un premier mélange des deux populations d'Ambrosia est utilisé pour une concentration de 40 mg/l soit 400 g pour 10 m<sup>3</sup> dans la crique n°II (M<sub>II</sub>), le 24 Juin 1988 et sur une population totale de 98 mollusques. Cinq prélèvements sont effectués jusqu'au 16 Septembre 1988 et les pourcentages de mortalité M sont calculés (tableau n°25, page 186).

Une baisse de population de mollusques est observée huit jours après le traitement allant de 98 à 87 spécimens.

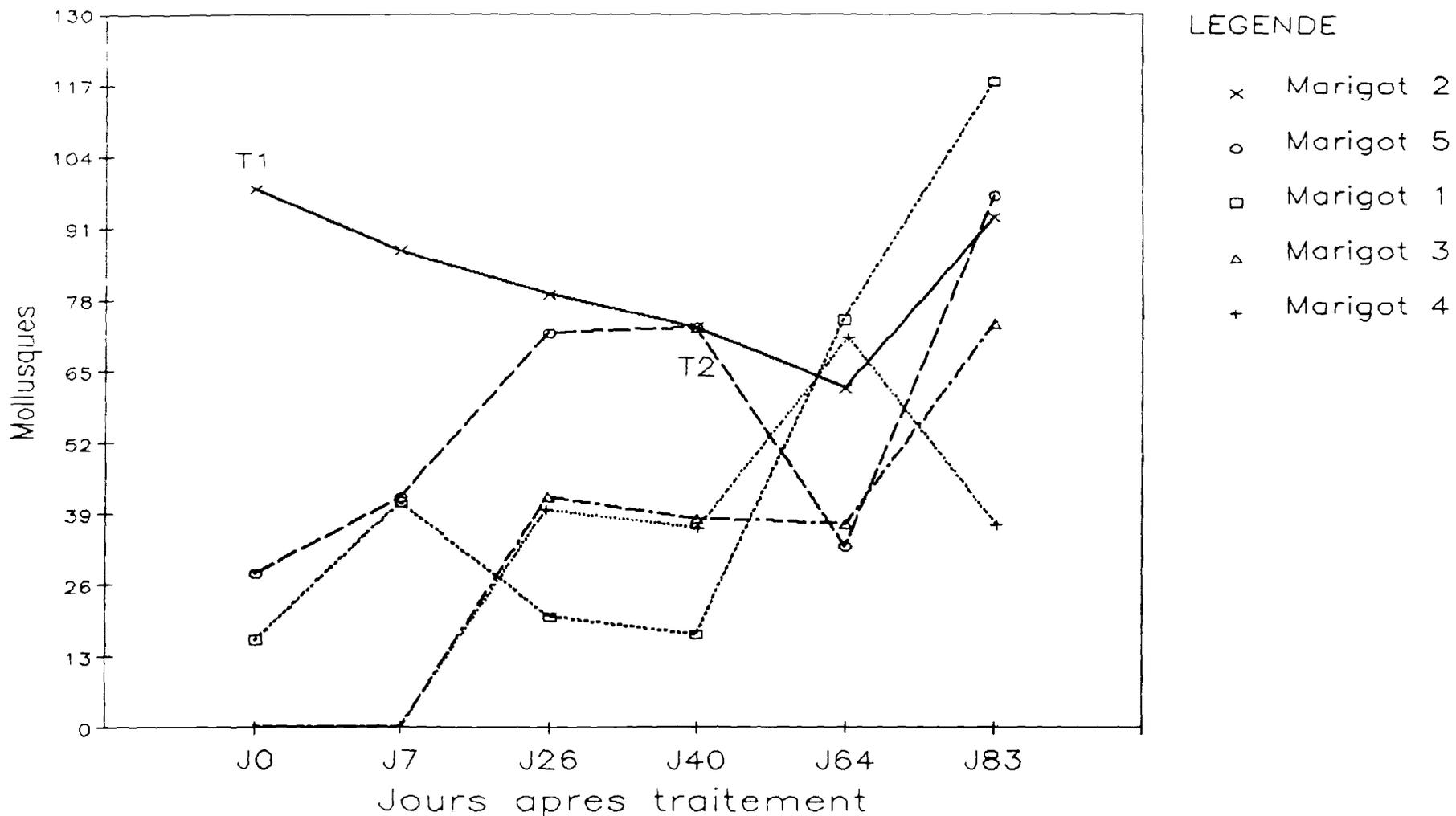
Cette baisse de population s'est poursuivie jusqu'au 27.08.1988, soit 64 jours après le traitement, donnant une population minimale de 62 spécimens dans cette crique n°II.

SITES	TRAITES				TEMOINS					
	CRIQUE N° II (MII) 40 mg/L		CRIQUE N° V (MV) 100mg/L		CRIQUE N° I (MI)		CRIQUE N° III (MIII)		CRIQUE N° IV (M IV)	
	Pn	M(p.cent)	Pn	M(p.cent)	Pn	M(p. cent)	Pn	M(p.cent)	Pn	M(p.cent)
Prélèvements P <sub>1</sub> (24.06.88)	98	T 0	28	0	16	0	0	0	0	0
P <sub>2</sub> (01.07.88)	87	11,26	42	0	41	0	0	0	0	0
P <sub>3</sub> (19.07.88)	79	19,38	72	0	20	0	42*	0	40	0
P <sub>4</sub> (03.08.88)	73	25,5	73	T 0	17	0	38	9,52	36	10
P <sub>5</sub> (27.08.88)	62	36,7	33	54,8	75	0	37	11,9	71	0
P <sub>6</sub> (16.09.88)	93	5,10	97	0	118	0	74	0	37	7,5

TABLEAU N° 25 : Evolution des populations de mollusques des différents sites et pourcentage de mortalité, toutes espèces vectrices confondues, durant la période expérimentale

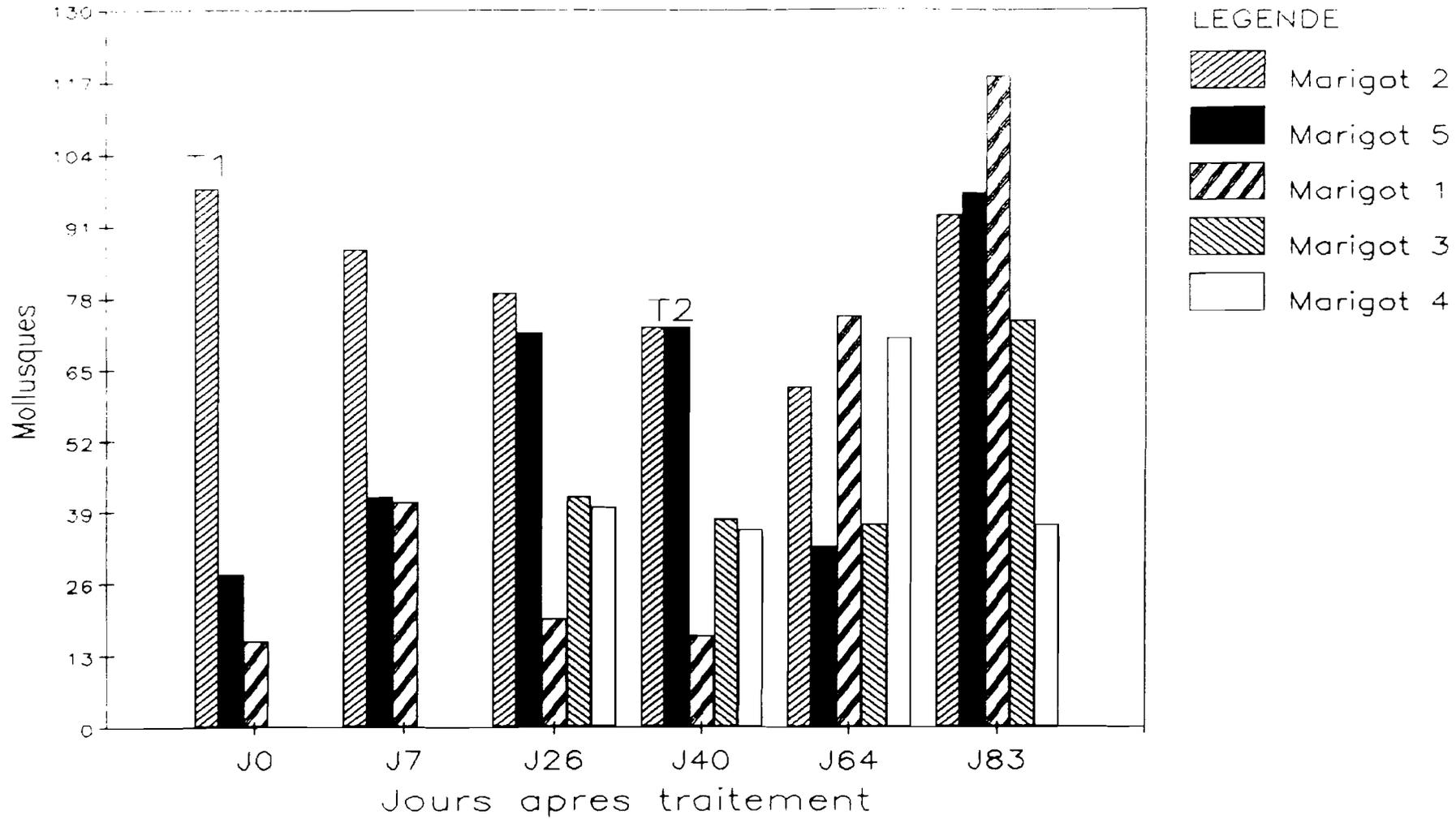
T : Traitement mollucicide  
 \* : P<sub>1</sub> population initiale.

Graphique 25  
 Evolution Experimentale des Mollusques  
 Apres Traitement Molluscicide  
 (Traitement 1 : 40 mg/l ; Traitement 2 : 100 mg/l)



NB: Ce graphique est reproduit en colonnes (cf G 25')

Graphique 25'  
 Evolution Experimentale des Mollusques  
 Apres Traitement Molluscicide  
 (Traitement 1 : 40 mg/l ; Traitement 2 : 100 mg/l)



NB: Ce graphique reproduit G 25

Puis le prélèvement du 16.09.1988 a révélé une population de 93 spécimens correspondant à un repeuplement du site.

Concernant la ponte, l'exploration des supports 24 jours après le traitement a révélé une absence totale de gelée.

Cependant, ces gelées sont réapparues avec le repeuplement du site.

Une deuxième expérience utilisant une population d'Ambrosia égyptienne cultivée à Rufisque en sixième génération ( $F_6$ ) et dont les feuilles sèches hachées sont utilisées à raison de 100 mg/l dans une crique n°V ( $M_V$ ), soit 1 kg de feuilles pour les 10 m<sup>2</sup>, s'est déroulée le 03.08.1988 sur une population totale de 73 mollusques.

Le premier prélèvement effectué quinze jours après le traitement a révélé une baisse de la population de 73 à 33 spécimens, ainsi qu'une absence de gelées sur les supports de ponte.

Le second et dernier prélèvement vingt-quatre jours après le traitement donne une population totale de 97 spécimens ainsi que de nombreuses gelées de ponte.

Pour chaque niveau de traitement, les taux de repeuplement totaux et par catégorie de taille sont calculés (Tableau n°27, page 192). Ce taux de repeuplement est plus faible pour la crique n°II (150 p.cent), alors que celui de la crique n°V est de 294 p.cent.

#### III.3.4. Discussion

Dans les conditions de l'expérimentation sur le terrain, plusieurs facteurs peuvent intervenir sur l'efficacité et la durée de l'action molluscicide.

Sites traités Taux de repeu- plement (en p.cent) de 16.09.88	Crique N° II (MII)	Crique N° V (M <sub>V</sub> )
Total	150	294
Mollusques jeunes (taille < 3 mm)	32,25	42,43
Mollusques adultes (taille > 3 mm)	117,75	251,57

TABLEAU N° 26 : Taux de repeuplement par site traité et par catégorie de taille le 16.09.88

Les concentrations utilisées sur la base des résultats du modèle expérimental sont importantes mais les criques étant en rapport direct avec le marigot, il y aurait un renouvellement continu de l'eau sous l'action du courant.

Cela explique la faible rémanence du produit et la rapidité du repeuplement.

La possibilité de dégradation des principes actifs de la plante dans le milieu est un facteur à apprécier (13).

Ainsi, pour les deux niveaux de traitement, l'action molluscicide s'est manifestée par une baisse de la population malacologique, mais à des degrés différents.

Dans la crique n°II traitée à 40 mg/l, la baisse du nombre de mollusques a atteint un taux maximal de 36,7 p.cent deux mois après le traitement, mais l'efficacité est apparue dès la première semaine avec une baisse de 11,26 p.cent.

Pour la crique n°V traitée à 100 mg/l, la baisse de la population de mollusques quinze jours après le traitement a atteint 54,8 p.cent. Cependant, cette baisse pourrait s'amorcer plus tôt et même être plus importante avant le premier prélèvement.

Pour apprécier les sensibilités spécifiques dans les conditions de terrain, des taux de baisse de la population peuvent être calculés pour chaque espèce (Tableau n°27, page 192).

Ainsi, l'espèce la plus atteinte a été Bulinus guernei avec une baisse du nombre de 90,9 p.cent à 100 mg/l. Il est suivi par B. globosus dont le nombre a baissé de 90,32 p.cent à 40 mg/l et 64,7 p.cent à 100 mg/l.

Bulinus truncatus a connu une baisse de 83,33 et 85,7 p.cent respectivement à 40 et 100 mg/l.

SITES	Baisse de la population (M) par prélèvement (p.cent)	M1	M2	M3	M4	M5	M6
M <sub>II</sub>	MOLLUSQUES Bulinus guernei	0	38	38	76,66	56,66	38
	B. Globosus	0	0	61,29	90,32	90,32	70,96
	B. Truncatus	0	0	0	83,33	83,33	0
	Lymnea natalensis	0	64,70	0	0	0	0
M <sub>V</sub>	B. Guernei	0	0	0	0	90,9	0
	B. Globosus	0	0	0	0	64,7	0
	B. Truncatus	0	0	0	0	85,7	0
	L. Natalensis	0	0	0	0	11,11	0
M <sub>I</sub>	B. Guernei	0	0	0	100	25	0
	B. Globosus	0	0	66,66	100	33,33	0
	B. Truncatus	0	0	100	100	100	100
	L. Natalensis	0	0	0	0	0	0
M <sub>III</sub>	B. Guernei	0	0	0	100	63,63	72,72
	B. Globosus	0	0	0	100	100	0
	B. Truncatus	0	0	0	0	0	0
	L. Natalensis	0	0	0	0	0	0
M <sub>IV</sub>	B. Guernei	0	0	0	100	0	50
	B. Globosus	0	0	0	100	83,33	100
	B. Truncatus	0	0	0	0	0	100
	L. Natalensis	0	0	0	0	0	0

TABLEAU N° 27 : Evolution des populations (taux de baisse en p. cent) par espèce et par site

T : Traitement molluscicide

Pour Lymnea natalensis, la baisse de population est plus faible pour les deux niveaux de traitement : 64,70 p.cent à 40 mg/l et 11,11 p.cent à 100 mg/l.

Selon Sturrock et Duncan (76), le repeuplement d'un site est du soit à la migration ou à la reproduction des mollusques rescapés. Ces derniers ayant la particularité de se reproduire très rapidement et de repeupler un site après une catastrophe naturelle ou imposée.

Pour cette raison, les taux de repeuplement ont été déterminés pour les deux catégories de taille (Tableau n°26, page 190).

Dans les deux cas, ce taux de repeuplement est très élevé. Il est de 150 p.cent pour la crique n°II et de 294 p.cent pour la crique n°V. Concernant le repeuplement par catégorie de taille, il est plus important pour les mollusques adultes : 117,75 et 251,57 p.cent respectivement pour les criques n°s II et V, alors que pour les jeunes, il est de 32,75 et 42,23 p.cent.

Ainsi la recolonisation des sites par les mollusques le 16.09.1988 serait due à la migration de mollusques adultes. Ce qui est vraisemblable en raison de la continuité entre les différentes criques et l'action favorisante du courant.

### III.3.5. Conclusion

Cet essai préliminaire dans les conditions de terrain a permis une fois de plus de confirmer l'action molluscicide d'Ambrosia maritima égyptienne sur quelques espèces de mollusques locaux, après observation de l'évolution naturelle de ces mollusques pendant quatorze mois.

Une plus grande résistance de Lymnea natalensis à l'action molluscicide a été constatée sur le terrain par rapport aux autres espèces cibles.

L'utilisation des feuilles hachées a permis une bonne diffusion des principes actifs de la plante.

La nécessité de traiter la totalité des sites s'est manifestée dans notre cas à cause d'un repeuplement rapide des criques traitées.

Cela nécessite à l'avenir de cerner l'ensemble des points de transmissions pour avoir une action molluscicide effective et durable.

.../

## RECOMMANDATIONS

L'utilisation des molluscicides végétaux disponibles localement est devenu une nécessité pour les pays en développement. Cette nécessité est fondée sur le principe de l'autosuffisance mais aussi sur la possibilité d'économiser des monnaies convertibles.

Au Sénégal, l'utilisation d'Ambrosia maritima L dans la lutte contre les trématodoses est déjà initiée et devrait se poursuivre en raison de la menace que constituent ces entités morbides suite à la construction des barrages de Diama et de Manantali.

A l'issue de ce travail, les recommandations sont orientées selon les investigations en laboratoire, les conditions semi-naturelles et naturelles, mais aussi selon les possibilités d'une exploitation judicieuse de la plante.

### 1. Au laboratoire

La détermination de l'action molluscicide d'Ambrosia sur les espèces locales de mollusques vecteurs, devrait se poursuivre sur celles non encore testées telles que Bulinus truncatus

Pour cela, l'existence d'élevages de ces espèces entretenues en permanence au laboratoire est nécessaire.

Une investigation sur les possibilités d'extraction des principes actifs de la plante serait un bon développement.

A cet égard, des essais molluscicides utilisant un extrait éthanolique sont en cours au Laboratoire de Parasitologie de l'E.I.S.M.V.

Des travaux orientés sur la toxicité subchronique de la plante devraient aussi être menés en vue de prévenir tous risques liés à son utilisation à grande échelle. Ce type d'essai est en

voie d'achèvement à l'Institut de Médecine Tropicale d'Anvers en Belgique (Dr. Geerts et Allard).

Certains effets allergisants de la plante ont été signalés (33), mais n'ont pas été confirmés par d'autres auteurs.

Le mode d'action d'Ambrosia sur les mollusques reste jusqu'à présent indéterminé et devrait faire l'objet de travaux ultérieurs.

Enfin l'action ovicide de cette plante dont l'existence est signalée par presque tous les auteurs, devrait être déterminée avec plus de précision en laboratoire.

## 2. Dans les conditions semi-naturelles

Cette étape intermédiaire importante de l'investigation, préconisée par les auteurs (76) semble peu utilisée dans les différentes recherches molluscicides.

Au Sénégal, elle n'a jamais été envisagée auparavant, ce qui explique l'ensemble des difficultés rencontrées lors de sa mise en oeuvre.

Pourtant un tel système nécessaire à l'exploration des molluscicides en général, devrait être entretenu en permanence pour mieux élucider l'effet des produits testés.

Il devra comprendre un abri contre les intempéries pour donner des conditions optimales de développement aux mollusques ; en particulier, il devrait éviter l'action directe du soleil, des pluies et l'accès aux organismes compétiteurs comme les grenouilles.

Un système d'évacuation est nécessaire en vue d'un renouvellement régulier de l'eau et aussi après chaque traitement molluscicide.

L'influence des facteurs physico-chimiques tels que température, pH, dureté de l'eau, teneur en certains sels minéraux, pourrait y être déterminée.

C'est une étape certes difficile à maîtriser, mais son importance mérite un investissement.

### 3. Dans les conditions naturelles

Sur le terrain, l'exploration épidémiologique des zones endémiques ou menacées par l'élaboration de barrage est une priorité.

#### 3.1. Dans les zones irriguées

L'apparition et l'évolution des mollusques dans ces zones étant essentiellement tributaires de la gestion de l'eau, certaines mesures doivent être envisagées :

- l'entretien rigoureux des canaux avant et après chaque culture, par leur assèchement, la destruction des plantes aquatiques et éventuellement des traitements molluscicides ;
- l'utilisation de molluscicides au moment des cultures au niveau des rizières ;
- le port de bottes par les cultivateurs dans les rizières associé à une hygiène générale.

#### 3.2. Au niveau des collections d'eau douce

Il s'agit des marigots, lacs, mares temporaires ou permanentes qui sont les lieux d'infestation par excellence en raison de la rencontre des trois éléments : populations, mollusques et parasites.

A ce niveau, l'aménagement périodique des berges, transformant le biotope des mollusques, peut être un moyen important de lutte écologique contre les trématodoses.

A cela, il faut ajouter la possibilité d'utilisation de molluscicides pour un traitement "focal". En effet, il a été démontré que la transmission des trématodoses se fait de façon focalisée et saisonnière, d'où l'importance de ce type de traitement dans toutes ces collections d'eau.

Une hygiène générale de la population associée à la construction de latrines est aussi nécessaire.

A l'heure actuelle, des "projets pilotes" devraient être mis en oeuvre au Sénégal en raison de la menace d'extension des trématodoses représentée par la construction et la mise en fonction des barrages et les aménagements hydro-agricoles.

Ces projets pilotes auront pour but d'étudier et de faire l'inventaire des possibilités de prévention, sinon de lutte contre ces fléaux liés à l'eau. En plus, ils pourraient comporter des volets d'éducation sanitaire et de formation des populations rurales en vue d'une participation communautaire efficace dans la lutte contre les vecteurs de ces maladies.

#### 4. La plante

En raison de l'espoir que suscite Ambrosia maritima dans la lutte contre les trématodoses des recherches agronomiques devraient préciser :

- les conditions optimales de culture à grande échelle,
- l'étude de la germination de cette plante au Sénégal,
- les types de sols les plus aptes à cette culture,
- et enfin les taux de production par hectare.

C O N C L U S I O N            G E N E R A L E  
\*\_\*\*

AU SÉNÉGAL, LA LUTTE CONTRE LES TRÉMATODOSES N'A JAMAIS ÉTÉ RÉELLEMENT ENVISAGÉE À GRANDE ÉCHELLE.

CEPENDANT, À L'INSTAR DE TOUS LES PAYS AFRICAINS AYANT PROCÉDÉ À LA CONSTRUCTION DE BARRAGES (ÉGYPTE, SOUDAN, GHANA), LE PROBLÈME DE CES MALADIES SE POSERA AVEC PLUS D'ACUITÉ (57).

EN RAISON DES NOMBREUX INCONVÉNIENTS LIÉS À L'UTILISATION DES MOLLUSCICIDES CHIMIQUES ET DU COÛT PROHIBITIF DU TRAITEMENT DES POPULATIONS, CE TRAVAIL PRÉLIMINAIRE A ÉTUDIÉ L'UTILISATION D'UN MOLLUSCICIDE VÉGÉTAL, DISPONIBLE LOCALEMENT, AMBROSIA MARITIMA L.

AU LABORATOIRE, UTILISANT LA MÉTHODE EXPÉRIMENTALE PRÉCISE PRÉCONISÉE PAR L'O.M.S. ET REPRISE PAR MALEK ET CHENG (47), NOUS AVONS CONFIRMÉ L'ACTION MOLLUSCICIDE DE CETTE PLANTE SUR QUATRE ESPÈCES LOCALES DE MOLLUSQUES ENTRETENUS EN ÉLEVAGE DE LABORATOIRE À L'E.I.S.M.V. : LYMNEA NATALENSIS, BULINUS GLOBOSUS, BULINUS FORSKALII ET BIOMPHALARIA PFEIFFERI.

LES DOSES LÉTHALES 50 P.CENT EXPRIMÉES EN MG/L SONT RESPECTIVEMENT DE 96 ; 148,5 ; 160,8 ET 187,3 POUR CES QUATRE ESPÈCES, DONT LES TROIS DERNIÈRES VIENNENT D'ÊTRE TESTÉES POUR LA PREMIÈRE FOIS AU SÉNÉGAL. DES ESSAIS MOLLUSCICIDES D'AMBROSIA UTILISANT L'EXTRAIT ETHANOLIQUE SONT EN TRAIN DE SE POURSUIVRE AU LABORATOIRE DE PARASITOLOGIE DE L'E.I.S.M.V.

DANS LES CONDITIONS SEMI-NATURELLES, LA MISE EN OEUVRE D'UN MODÈLE EXPÉRIMENTAL A POSÉ DE NOMBREUSES DIFFICULTÉS RELATIVES AUX POSSIBILITÉS D'ADAPTATION ET DE REPRODUCTION DES ESPÈCES DE MOLLUSQUES ENSEMENCÉES.

CEPENDANT, UNE SEULE ESPÈCE, LYMNEA NATALENSIS A FINALEMENT PU SE DÉVELOPPER DANS LES HUIT CANAUX DISPONIBLES.

DANS CE SYSTÈME, IL NOUS A ÉTÉ TRÈS DIFFICILE D'ÉTABLIR UNE COMPARAISON ENTRE LES DIFFÉRENTS CANAUX, CAR CHACUN D'EUX CONSTITUE UNE ENTITÉ PROPRE DANS LAQUELLE L'ÉVOLUTION DE LA POPULATION DE LYMNÉES SEMBLE SPÉCIFIQUE.

DES ESSAIS MOLLUSCICIDES, UTILISANT DES FEUILLES D'AMBROSIA RÉDUITES EN POUDRE GROSSIÈRE À DES CONCENTRATIONS ALLANT DE 20 À 140 MG/L Y ONT ÉTÉ RÉALISÉS.

MALGRÉ LEUR CARACTÈRE PARADOXAL, CES RÉSULTATS ONT ÉTÉ POSITIFS À TOUS LES NIVEAUX DE TRAITEMENT. AINSI, 98 P.CENT DE MORTALITÉ SONT OBTENUS À 20 MG/L ALORS QU'À 140 MG/L, CE TAUX EST DE 10 P.CENT. CETTE CONTRADICTION RESTE CEPENDANT INEXPLIQUÉE.

ACTUELLEMENT, IL EST NÉCESSAIRE DE POURSUIVRE LES ESSAIS POUR ÉVALUER L'UTILISATION D'UN TEL MODÈLE EN ÉTAPE INTERMÉDIAIRE.

SUR LE TERRAIN, IL S'AGIT SURTOUT D'INVESTIGATIONS PRÉLIMINAIRES ORIENTÉES SUR UNE ÉTUDE ÉPIDÉMIOLOGIQUE DE LA DYNAMIQUE DES MOLLUSQUES, MAIS AUSSI SUR LES POSSIBILITÉS D'UTILISATION D'AMBROSIA DANS LES CONDITIONS NATURELLES À LAMPSAR.

AINSI, POUR LA PREMIÈRE FOIS, UN SUIVI DURANT QUATORZE MOIS DE L'ÉVOLUTION NATURELLE DE LA POPULATION DE MOLLUSQUES A ÉTÉ RÉALISÉ, MONTRANT L'EXISTENCE D'ESPÈCES VECTRICES AVEC UNE PRÉVALENCE MAXIMALE EN JUIN-JUILLET ET EN NOVEMBRE-DÉCEMBRE AU MARIGOT DE LAMPSAR.

ENFIN, UN "ESSAI PRATIQUE" PRÉCIS A ÉPROUVÉ L'ACTION MOLLUSCICIDE D'AMBROSIA MARITIMA DANS LES CONDITIONS DE TERRAIN.

CETTE EXPÉRIMENTATION UTILISANT DES DOSES DE 40 ET 100 MG/L DE FEUILLES D'AMBROSIA SÈCHES HACHÉES GROSSIÈREMENT, A DONNÉ RESPECTIVEMENT UNE MORTALITÉ DE 36 ET 54 P.CENT SUR L'ENSEMBLE DES ESPÈCES DE PULMONÉS SÉVISSANT DANS LA ZONE.

CEPENDANT, LA RECOLONISATION RAPIDE DES SITES DÉNOTE LA NÉCESSITÉ DE LES TRAITER DANS LEUR TOTALITÉ POUR AVOIR UNE ACTION MOLLUSCICIDE EFFECTIVE ET DURABLE.

.../

UN TRAITEMENT MOLLUSCICIDE FOCALISÉ DANS CES ZONES DE TRANSMISSION POURRAIT ÊTRE TRÈS IMPORTANT DANS LA LUTTE CONTRE CES TRÉMATODOSES.

IL EST ÉGALEMENT TRÈS IMPORTANT DE SUSCITER L'INTERVENTION DE LA COLLECTIVITÉ LOCALE QUI POURRAIT AUSSI SE PRENDRE EN CHARGE LORS D'UN PROGRAMME D'AUTO-CONTRÔLE DE CES MALADIES PAR UNE LUTTE UTILISANT UN MOLLUSCICIDE VÉGÉTAL.

---

B I B L I O G R A P H I E

\* = \* = \* = \* = \* = \* = \* = \* = \* = \* = \* = \*

1. Abu Shady H.- Soine T.O. --- The Chemistry of Ambrosia maritima L. --- J. Am. Pharm. Ass. 42, 1953 --- 387-395.
2. Adams G.D. --- Flora of West Tropical Africa --- Crown agents for oversea governments and administrations, London (Hutchison J. et Dalziel J.M.) ed 2, 1963 --- 268.
3. Archibald R.G. --- The use of the fruit of the tree Balanites aegyptiaca in the control of schistosomiasis in Sudan --- Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg., 27, 1933 --- 207-210.
4. Atlas du Sénégal --- Climat et Hydrographie --- 3<sup>e</sup> édition sous la direction de Paul Pelissier, ed. Jeune Afrique, 3 Rue Roquepine, 75008 Paris, 1983 --- 72.
5. Belot J. - Bornarel P. - Geerts S. - Sanokho --- Ambrosia maritima L. Effet molluscicide comparé de différentes souches d'origine sénégalaise --- Ann. Parasitol. Hum. Comp., 61, 1986 --- 643 - 650.
6. Belot J. - Boranel P. - Parent R. - Sidhom M.Z. - Sanokho --- Etude des propriétés molluscicides de plusieurs générations d'Ambrosia maritima d'origine égyptienne et cultivées au Sénégal --- Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop. (à paraître)
7. Belot J. - Bornarel P. - Sidhom M.Z. - Sanokho - Diouf M. --- Ambrosia maritima L : Etude des propriétés molluscicides de plusieurs générations d'origine égyptienne et cultivées au Sénégal --- Annales de Parasitologie française (à paraître).
8. Belot J. - Bornarel P. --- Effet ovicide d'Ambrosia maritima d'origine égyptienne sur oeuf de Biomphalaria glabrata --- (communication personnelle)
9. Belot J. - Geerts S. --- Action molluscicide de quelques composantes des lactones sesquiterpéniques --- 1986 (communication personnelle).

10. Bonifacio C. --- Phillipines : Brillantes perspectives --- in "Santé du monde", le magazine de l'O.M.S., Décembre 1984 --- 14-15.
11. Bouet G. - Roubaud E. --- Bilharziose au Dahomey et en Haute Casamance --- Bull. Soc. Path. Exot., 5, 1912 --- 837.
12. Bouffard - Neveux --- Bilharziose dans le Haut Sénégal et le Haut Niger --- Bull. Soc. Path. Exot., 1, 1908 --- 403.
13. Braeckman --- Biochimie des lactones sesquiterpéniques d'Ambrosia maritima --- 1988 (communication personnelle)
14. Combes C. - Fournier A. - Mingyi X. --- Les schistosomes --- in "Pour la science", Juin 1987 --- 80-88.
15. Danish bilharziasis laboratory --- Guide de terrain des gastéropodes d'eau douce africains : 1. Afrique Occidentale --- 1981 --- 21.
16. Delorme C. --- Utilisation des molluscicides végétaux dans la prévention de la bilharziose --- Thèse de doctorat d'état en Pharmacie, n°68, 1988 --- 61.
17. De Candolle A.P. --- Prodomis systematis naturalis vegetalis, regni vegetabilis --- 5, 1836 --- 525.
18. Diaw O.T. --- Role épidémiologique des mollusques dans la transmission des trématodoses humaines et animales au Sénégal --- L.N.E.R.V., Dakar, 1986 --- 14.
19. Diaw O.T. --- Epidémiologie des trématodoses du bétail dans la région de Kolda --- L.N.E.R.V., Dakar, 1987 --- 18.
20. Diaw O.T. --- Notes actuelles sur les trématodoses et leurs hotes intermédiaires au Sénégal --- L.N.E.R.V., Dakar, 1978 --- 13.

21. Diaw O.T. --- Trématodoses dans le Delta du Sénégal et le lac de Guiers. I : Etude de la répartition des mollusques d'eau douce --- Bulletin de l'I.F.A.N., T. 42, ser.A, n°4, 1980 --- 710-722.
22. Diaw O.T. --- Epidémiologie des schistosomiasés du bétail au Sénégal --- L.N.E.R.V., Dakar, 1986 --- 19.
23. Doumbia F. --- Approche expérimentale de l'utilisation d'Ambrosia maritima L comme plante molluscicide dans la lutte contre la schistosomiasé au Mali --- Thèse, doct. d'état, E.N.M.P.M., SN, 1982 --- 65.
24. Doumenge J.P. - Mott K.E. - Cheng C. - Villenave D. --- Atlas de la répartition mondiale des schistosomiasés --- Talence CEGET - C.N.R.S., Genève, O.M.S./W.H.O., 1987.
25. Duncan J. --- Toxicology of plants molluscicides --- Pharmac. Ther., 27, 1985 --- 136-141.
26. El Magdoub A.A.I. - El Sawy M.F. - Bassionmy H.K. - El Sayed I.A. - Ghalil R.A. - Hassan E.M. --- An evaluation of the plant Ambrosia maritima as a molluscicide --- Irish vet. J., 34, 1980 --- 157-159.
27. El Sawy M.F. - Bassionmy H.K. - Rashwan A. - El Magdoub A.I. --- Ambrosia maritima (Damsissa) a safe and effective molluscicide in the field --- Bull. High. Inst. Publ. Hlth. Alex., 7, 1978 --- 1-4.
28. El Sawy M.F. - Bassionmy H.K. - El Magdoub A.I. --- Biological control of schistosomiasis. Ambrosia maritima (damsissa) for snail control --- J. Egypt. Soc. Paras., 11, 1981 --- 99-117.

.../

29. El Sawy M.F. - Duncan J. - Marshall de C. T.F. - Shehata M.A.R. - Brown N. --- The molluscicidal properties of Ambrosia maritima L (Compositae) 2. Results from a field trial using dry plant material --- Tropen. Med. Parasit., 38, 1987, --- 101-105.
30. El Sawy M.F. - Duncan J. - Amer S. - Ruweini H. El. - Brown N. - Hills M. --- The molluscicidal properties of Ambrosia maritima L (Compositae) 3. A comparative using dry and freshly-harvested plant material --- Tropen. Med. Parasi., 38, 1987, --- 101-105.
31. Euzeby Jacques --- Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leurs incidences sur la pathologie humaine. Maladies dues aux plathelminthes, trématodoses --- Ed. Vigot Frères, 23 Rue de l'Ecole de Médecine, Paris VI<sup>e</sup>, Tome III, Troisième Fascicule, 1975 --- 885.
32. Fahmy D.R. - Darwish M. --- A contribution to the study of Ambrosia maritima L. --- Bull. Fed. Int. Pharm., 32, 1949 --- 491-507.
33. Geerts S. - Belot J. - Sabbe F. - Triest L. - Sidhom M.Z. --- Ambrosia maritima, Effets on molluscs and non-target organisms, A review --- (non publiée).
34. Gretillat S. --- Contribution à l'étude de l'épidémiologie des bilharzioses humaines et animales en Haute Casamance --- Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 16 (3), 1963 --- 323-335.
35. Gretillat S. --- Epidémiologie de la bilharziose vésicale au Sénégal Oriental --- Bull. O.M.S., 25, 1961 --- 459-466.
36. Gretillat S. --- Notes préliminaires sur l'épidémiologie de la distomatose bovine au Sénégal --- Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 14 (3), 1961 --- 289-291.

37. Inspection Régionale de l'Élevage de Saint-Louis --- Rapport Annuel : Saisies d'organes aux abattoirs de Saint-Louis, 1987.
38. Jakupovic J. - Sun H. - Geerts S. - Bohlmann F. --- New pseudoguaianolides from Ambrosia maritima L --- *Planta Medica* (à paraître).
39. Kerharo J. - Adam J.G. --- La pharmacopée sénégalaise traditionnelle : plantes médicinales et toxiques --- Vigot Frères, Paris, 1974 --- 223.
40. Koeman T.J. --- Toxicologic screening of molluscicidal plant products in plant molluscicides --- Ed. by K.E. Mott., 1987 --- 29.
41. Larivière M. - Diallo S. --- Les bilharzioses humaines au Sénégal : Aspects épidémiologiques et cliniques --- *Afrique Médicale*, 6, 1967 --- 475-480.
42. Larivière M.- Grétilat S. - Hocquet P. --- Considérations et recherches sur l'épidémiologie des bilharzioses au Sénégal --- *Méd. Af. Noire*, numéro spécial, juillet 1976 --- 61-68.
43. Laurens A. - Belot J. - Delorme C. - Sylla O. --- Activité molluscicide d'Anacardium occidentale --- *Afrique Médicale*, 1988 (à paraître).
44. Leger M. --- Les bilharzioses urinaires et intestinales au Sénégal --- *Bull. Soc. Path. Exot.*, 1923 --- 16-41.
45. Lemma A. --- Laboratory and field evaluation of the molluscicidal property of endod (Phytolacca dodecandra) --- *Bull. Wld. Hlth Org.*, 38, 1982 --- 513.

.../

46. Lo Chin-Tsang --- Compatibility and host parasite relationship between Bulinus and Egyptian strain of Schistosoma haematobium --- Ph.D. Thesis, University of Michigan, Ann. Arbor. Mic., 1968.
47. Malek E.A. - Cheng T.C. --- Medical and Economic Malacology --- Academic Press, New York and London, 1974 --- 398.
48. Marcel Leroux --- Le climat du Sénégal --- Atlas National du Sénégal, Ed. J.A., 1983 --- 72.
49. Marti H.P. - Tanner M. - Degremont A.A. - Freyvogel A.T. --- Studies on the ecology of Bulinus globosus, the intermediate host of Schistosoma haematobium in the Ifakara area, Tanzania --- Acta tropica, 42, 1985 --- 171-187.
50. Mc Cullough F.S. --- The susceptibility and resistance of Bulinus (physopsis) globosus and Bulinus (Bulinus) truncatus rohlfsi, to two strains of Schistosoma haematobium in Ghana --- Bull. Wild Hlth Org., Vol.20, 1959 --- 53-60.
51. Mc Cullough F.S. - Gayral P.H. - Duncan J. - Christie J.D. --- Les molluscicides dans la lutte contre la schistosomiase --- Bull. O.M.S., 59 (1), 1981 --- 17-26.
52. "Memento de l'agronome" --- Maladies parasitaires des animaux domestiques --- République Française, Ministère de la Coopération, Nouvelles Editions, Paris, 1974 --- 1591.
53. Météorologie Nationale --- Climatologie : températures, pluviométrie --- Ministère de l'Equipement, République du Sénégal --- 1987-1988.
54. Mozley A. --- Freshwater mollusca of the Tanganyika territory and Zanzibar protectorate, and their relation to human schistosomiasis --- Trans. Roy. Soc. of Edinburgh, 59, 1939 --- 687.

55. Muschler R. --- A manuel flora of Egypt --- Berlin R., Friedlaender, Vol.2, 1912 --- 992.
56. Organisation Mondiale de la Santé --- Rapport d'un groupe d'étude sur l'écologie des mollusques hotes intermédiaires de bilharzioses --- Série de rapports techniques n°120, Genève, 1957.
57. O.M.S. --- Lutte contre la Schistosomiase --- Rapport d'un Comité d'Experts, série de rapports techniques, n°728, Genève, O.M.S., 1985 --- 129
58. O.M.S. --- Lutte contre la schistosomiase --- Rapport d'un Comité d'Experts, série de rapports techniques n°515, Genève, 1973 --- 52.
59. O.M.S. --- Sélection et évaluation des molluscicides --- Bull. O.M.S., 33, 1965 --- 567-581.
60. O.M.V.S. --- Evaluation des effets sur l'environnement d'aménagement prévus dans le bassin du Fleuve Sénégal, Rapport Spécial bilharziase --- Ganett, Fleming Corddry and Carpenter, inc. Harrisbourg, Pennsylvania, U.S.A. In association with Orgatec : Société Africaine d'Etudes Techniques, Dakar, Sénégal, 1980 --- 51.
61. Paperna I. --- Susceptibility of Bulinus (physopsis) globosus and Bulinus truncatus rohlfsi from different localities in Ghana to different local strains of Schistosoma haematobium - Ann. Trop. Med. Parasit., Vol.62, 1968 --- 13-26.
62. Prescott N.M. --- The economics of Schistosomiasis chemotherapy --- Parasitology today, Vol.3, n°1, 1987 --- 21-24.
63. Polium O. --- Flowers of Greece and Balkans. A field guide --- Oxford Univ. Press. Toronto - Melbourne, 1980.

64. Rollinson D. - Verduyck J. --- Observations on human and animal schistosomiasis in Senegal --- Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 1987 --- 119-131.
65. Ruzicka L. --- Les terpènes --- in "Pour la Science", N° 11627 F, Juin 1987, Edition Française de Scientific American --- 2.
66. Sall M. - Dubresson A. --- La géographie de l'Afrique --- Les Nouvelles Editions Africaines, 1979 --- 224.
67. Sanokho - Belot J. --- Comparaison morphologique de la souche sénégalaise et égyptienne d'Ambrosia maritima (non publié).
68. Sheriff A.F. - El Sawy M.F. --- Molluscicidal action of an egyptian herb I. laboratory experimentations --- Alexandria Med. J., 8, 1962 --- 139-148.
69. Shoeb H.A. - El Emam M.A. --- The molluscicidal properties of natural products from Ambrosia maritima L --- Egypt J. Bilh., 3, n°2, 1976 --- 157-167.
70. Sidhom M.Z. - Geerts S. --- Ambrosia maritima L : molluscicide végétal prometteur --- Tropicultura, 1, 1983 --- 136-141.
71. Sidhom M.Z. - Geerts S. --- Comparaison de l'action molluscicide d'une souche sénégalaise et égyptienne d'Ambrosia maritima --- Rev. Elev. Méd. Vét. Pays Trop., 37, 1984 --- 442-448.
72. Sidhom M.Z. --- Essai de culture d'Ambrosia maritima --- (communication personnelle) 1988.
73. Sidhom M.Z. --- Historique d'Ambrosia maritima --- 1987, (communication personnelle).

74. Sommers M. --- Ambrosia maritima L een plant met molluscicide eigenschappen --- Thesis, Faculty of Agronomy, University of Leuven, Belgium, 1984 --- 4.
75. Souza C.P. - Lourdes M. - Azevedo L. --- Quimioprofilaxia da Esquistosomiase : Atividade molluscida de Produtos Naturalis, Ensaio Com Caramajus Adultas e desovas --- An Acad. Brasil. Genc., 56, 1984 --- 333-338.
76. Sturrock R.F. - Duncan J. --- Methodology and design of field evaluation of plant molluscicides (non publié)
77. Tockholm V. --- Student flora of Egypt --- Ed. Cairo, University, 1974.
78. Torrealba J.F. --- Nota preliminar sobre la accion malaquisita del fruto de Paraparo (Sapindus saponaria) --- Gaceta Medica, 61, 1953 --- 299.
79. Triest L. --- Etude botanique des différentes populations d'Ambrosia (communication personnelle), 1988.
80. Troncy P.M. - Itard J. - Morel P.C. --- Précis de Parasitologie Vétérinaire Tropicale : Helminthoses hépatiques et rénales --- Institut d'Elevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, 1981 --- 717.
81. Vassiliades G. - Diaw O.T. --- Action molluscicide d'Ambrosia maritima L. I. Essais en laboratoire --- Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 33, 1980 --- 401-406.
82. Vassiliades G. - Diaw O.T. --- Action molluscicide d'Ambrosia maritima II. Essais dans les conditions naturelles --- Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 35, 1982 --- 179-182.

.../

83. Vassiliades G. - Diaw O.T. - Roberge G. --- Notes sur la comparaison des propriétés molluscicides d'Ambrosia maritima (Egypte) et Ambrosia senegalensis (Sénégal) --- Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop., 39 (3-4), 1986 --- 341-343.
84. Vercruyse J. - Southgate V.R. - Rollinsson D. --- The epidemiology of human and animal schistosomiasis in the Senegal river basin --- Acta tropica, 42, 1985 --- 249-259.
85. Wagnen V.A. --- The possibility of eradication bilharzia by extensive planting of the tree Balanites --- South African Medical Journal, 10, 1933 --- 10.
86. Webbe G. - Lambert J.D.H. --- Plants that killsnails and prospects for disease control --- Nature, 302, 1983 --- 754.
87. W.H.O. --- La lutte contre la schistosomiase --- Rapport d'un Comité O.M.S. d'Experts, Genève, 1985.
- \*88. Allard F. - Geerts S. --- Toxicité aigue d'Ambrosia maritima sur Rattus norvegicus et Lebistes reticulatus --- Institut de Médecine Tropical Prince Leopold, 155, Nationalestraat 2000 Antwerpen, Belgique --- (non publié).
- \*89. Finney D.J. --- Probit analysis, 3rd Edition, Cambridge University Press, 1971 --- 333 p.

\* A mettre dans l'ordre alphabétique.

T A B L E   D E S   M A T I E R E S

	<u>Pages</u>
SOMMAIRE	
INTRODUCTION GENERALE .....	1
 <u>PREMIERE PARTIE :</u>	
<u>LES TREMATODOSES ET LEURS VECTEURS AU SENEGAL</u>	
CHAPITRE I. : LE PAYS .....	3
I.- LE CLIMAT .....	3
I.1. Les conditions générales .....	3
I.2. Les précipitations .....	4
I.3. Les températures .....	6
II.- L'HYDROGRAPHIE .....	8
II.1. Le fleuve Sénégal .....	8
II.2. Le fleuve Gambie .....	9
II.3. Le fleuve Casamance .....	10
II.4. Le Sine et le Saloum .....	10
II.5. Les Niayes .....	10
CHAPITRE II. : LES MOLLUSQUES D'EAU DOUCE D'INTERET MEDICAL ET VETERINAIRE .....	12
I.- CLASSIFICATION ET IDENTIFICATION .....	12
I.1. Sous-classe des prosobranches .....	12
I.2. Sous-classe des pulmonés.....	12
I.2.1. Famille des Physidae .....	12
I.2.2. Famille des Lymneidae .....	13
I.2.3. Famille des Planorbidae .....	13
a) Sous-famille des planorbinae .	13
b) Sous-famille des bulininae ...	15

---

	<u>Pages</u>
II.- ECOLOGIE DES MOLLUSQUES .....	15
II.1. Les facteurs physiques .....	15
II.1.1. La température .....	15
II.1.2. L'intensité lumineuse .....	17
II.1.3. Les mouvements de l'eau et les crues.	17
II.1.4. La profondeur de l'eau .....	18
II.2. Les facteurs chimiques .....	18
II.2.1. La salinité .....	18
II.2.2. Le pH .....	18
II.3. Les facteurs biologiques .....	19
III.- REPARTITION DES MOLLUSQUES AU SENEGAL .....	19
CHAPITRE III : EPIDEMOLOGIE GENERALE DES TREMATODOSES AU SENEGAL .....	25
I.- CLASSIFICATION ET REPARTITION DES TREMATODOSES .....	25
II.- ASPECTS CLINIQUES DES TREMATODOSES .....	34
II.1. Chez l'animal .....	34
II.1.1. La fasciolose .....	34
II.1.2. La paramphistomose .....	36
II.1.3. Les schistosomiasés (bilharzioses)..	36
II.2. Chez l'homme .....	37
III.- ASPECTS ECONOMIQUES .....	38
CHAPITRE IV : LUTTE CONTRE LES TREMATODOSES ET LEURS VECTEURS .....	39
I.- LUTTE THERAPEUTIQUE ET PROPHYLAXIE MEDICALE CHEZ LES ANIMAUX .....	39
II.- LUTTE THERAPEUTIQUE ET PROPHYLAXIE MEDICALE CHEZ LES HOMMES .....	40

III.-	LUTTE CONTRE LES VECTEURS .....	40
III.1.	Lutte écologique .....	40
III.2.	Lutte biologique .....	41
III.3.	Les molluscicides .....	41
III.3.1.	Les molluscicides chimiques .....	41
III.3.2.	Les molluscicides végétaux .....	46

DEUXIEME PARTIE : AMBROSIA MARITIMA L. (COMPOSEAE),  
MOLLUSCIDE VEGETAL

I.-	GENERALITES .....	56
I.1.	Classification et répartition géographique en Afrique .....	56
II.-	ASPECTS BOTANQUES ET PHYTOTECHNIQUES .....	59
II.1.	Description de la plante .....	59
II.2.	Propriétés phytotechniques .....	62
III.-	UTILISATION EN MEDECINE TRADITIONNELLE .....	63
IV.-	LES PRINCIPES ACTIFS MOLLUSCICIDES DE LA PLANTE : LES LACTONES SESQUITERPENIQUES ..	64
V.-	ACTION MOLLUSCICIDE D'AMBROSIA MARITIMA .....	70
V.1.	Tests en laboratoire .....	70
V.1.1.	Poudre de feuilles .....	70
V.1.1.1	Essais réalisés en Egypte .....	70
V.1.1.2	Tests réalisés au Sénégal .....	71
V.1.2.	Action molluscicide des lactones sesquiterpeniques.....	75
V.2.	Essais sur le terrain .....	77
VI.-	ACTION OVICIDE D'AMBROSIA MARITIMA .....	78

VII.- TOXICITE AIGUE D'AMBROSIA MARITIMA .....	81
VII.1. Test de mutagenicité .....	81
VII.2. Toxicité sur les animaux à sang chaud	82
VII.3. Toxicité sur les poissons .....	83
VII.4. Toxicité sur les autres invertébrés..	84
VII.5. Phytotoxicité d'Ambrosia .....	85

TROISIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : EXPERIMENTATION MOLLUSCICIDE EN LABORATOIRE .....	86
1.1. Matériel .....	86
1.1.1. Matériel d'élevage et d'expérimentation .....	86
a)- Matériel d'élevage .....	86
b)- Matériel d'expérimentation .....	86
1.1.2. Matériel biologique .....	87
a)- L'élevage des mollusques.....	87
b)- La plante .....	91
1.2. Méthode .....	92
1.2.1. Méthode expérimentale .....	92
a)- Description du protocole selon l'O.M.S. ....	93
b)- Mise au point du protocole expérimental au laboratoire de l'E.I.S.M.V. ....	94
1.2.2. Concentrations étudiées .....	96
1.2.3. Analyse des résultats .....	101
1.3. Résultats et discussions .....	102
Conclusion .....	106
CHAPITRE II : LES SITES SIMULES OU "SIMULATED FIELD SITES" .....	107
11.1. Définition et importance .....	107
11.2. Les conditions générales .....	107

	<u>Pages</u>
11.2.1. Mise en place des canaux expérimentaux .....	107
11.2.2. Evolution des différents facteurs du modèle expérimental .....	110
11.2.2.1. Facteurs physicochimiques .....	110
a)- La température .....	110
b)- Le pH .....	115
11.2.2.2. Facteurs biologiques .....	118
a)- Les poissons et grenouilles ....	118
b)- Evolution naturelle de la population de mollusques .....	119
11.2.2.3. Influence des facteurs physicochi- miques et biologiques sur l'évolution des mollusques .....	132
a)- Les facteurs biologiques .....	132
b)- Les facteurs physicochimiques ..	133
11.2.3. Conclusion .....	134
11.3. Essai de toxicité d' <i>Ambrosia maritima</i> dans les conditions semi-naturelles..	134
11.3.1. Matériel .....	134
11.3.1.1. Matériel biologique .....	134
11.3.1.2. La plante .....	135
11.3.1.3. Matériel de test .....	135
11.3.2. Méthode .....	136
11.3.2.1. Méthode expérimentale .....	136
a)- Première expérience préliminaire	136
b)- Méthode expérimentale retenue ..	137
11.3.2.2. Méthode de comptage des mollusques ..	137
11.3.2.3. Appréciation de la mortalité dans les canaux traités .....	138
11.3.2.4. Expérimentations .....	138
11.3.2.4.1. Deuxième essai molluscicide .....	139
11.3.2.4.2. Troisième essai molluscicide .....	139
11.3.2.4.3. Quatrième essai molluscicide .....	139
11.3.2.4.4. Cinquième essai molluscicide .....	139
11.4. Résultats et discussion .....	141

CHAPITRE III : APPLICATION D'AMBROSIA MARITIMA DANS LES CONDITIONS NATURELLES : OBSERVATIONS PRELIMINAIRES A LAMPSAR ...	146
III.1. Choix des sites .....	146
III.1.1. Le périmètre irrigué .....	146
III.1.2. Le marigot de Lampsar .....	148
III.2. Evolution naturelle des caractéris- tiques physico-chimiques et biolo- giques des sites .....	150
III.2.1. Matériel .....	150
III.2.2. Méthode .....	150
III.2.2.1. Prospections malacologiques .....	150
a)- Prélèvement .....	150
b)- L'identification des mollusques prélevés .....	152
III.2.2.2. Mesure du pH diurne .....	152
III.2.2.3. Mesure de la température .....	152
III.2.3. Résultats et discussions .....	153
III.2.3.1. La température .....	153
a)- Au périmètre irrigué .....	153
b)- Au marigot de Lampsar .....	157
III.2.3.2. Le pH .....	159
a)- Au périmètre irrigué .....	159
b)- Au marigot de Lampsar .....	161
III.2.3.3. Variations du niveau de l'eau au drain principal .....	163
III.2.3.4. Les mollusques .....	163
a)- Les espèces retrouvées .....	163
b)- Dynamique de la population de mollusques .....	164
b.1. Au niveau du périmètre irrigué .	164
b.2. Au niveau du marigot de Lampsar.	171
c)- Conclusion générale sur les sites observés .....	179

III.3. Utilisation d' <i>Ambrosia maritima</i> en conditions naturelles .....	180
III.3.1. Matériel .....	180
III.3.1.1. Les mollusques .....	180
III.3.1.2. La plante .....	181
III.3.1.3. Matériel d'expérimentation .....	181
III.3.2. Méthode .....	183
III.3.2.1. Méthode expérimentale .....	183
III.3.2.2. Prélèvement des mollusques .....	183
III.3.2.3. Détermination du volume des criques traitées .....	183
III.3.2.4. Détermination du taux de mortalité ..	184
III.3.2.5. Détermination du taux de repeuplement (T-P) dans les criques traitées .....	184
III.3.3. Résultats .....	185
III.3.3.1. Les criques témoins négatifs .....	185
III.3.3.2. Les criques traitées .....	185
III.3.4. Discussion .....	189
III.3.5. Conclusion .....	194
RECOMMANDATIONS .....	195
1. Au laboratoire .....	195
2. Dans les conditions semi-naturelles ....	196
3. Dans les conditions naturelles .....	197
3.1. Dans les zones irriguées .....	197
3.2. Au niveau des collections d'eau douce ..	197
4. La plante .....	198
CONCLUSION GENERALE .....	199
BIBLIOGRAPHIE .....	202
TABLE DES MATIERES .....	212

## SERMENT DES VETERINAIRES DIPLOMES DE DAKAR

\*=\*\*

"FIDÈLEMENT ATTACHÉ AUX DIRECTIVES DE CLAUDE BOURGELAT,  
FONDATEUR DE L'ENSEIGNEMENT VÉTÉRINAIRE DANS LE MONDE, JE PROMETS  
ET JE JURE DEVANT MES MAITRES ET MES AINÉS :

- D'AVOIR EN TOUS MOMENTS ET EN TOUS LIEUX LE SOUCI DE LA  
DIGNITÉ ET DE L'HONNEUR DE LA PROFESSION VÉTÉRINAIRE ;
- D'OBSERVER EN TOUTES CIRCONSTANCES LES PRINCIPES DE  
CORRECTION ET DE DROITURE FIXÉS PAR LE CODE DE DÉONTOLOGIE DE  
MON PAYS ;
- DE PROUVER PAR MA CONDUITE, MA CONVICTION, QUE LA FORTUNE  
CONSISTE MOINS DANS LE BIEN QUE L'ON A, QUE DANS CELUI QUE  
L'ON PEUT FAIRE ;
- DE NE POINT METTRE À TROP HAUT PRIX LE SAVOIR QUE JE DOIS À  
LA GÉNÉROSITÉ DE MA PATRIE ET À LA SOLLICITUDE DE CEUX QUI  
M'ONT PERMIS DE RÉALISER MA VOCATION.

"QUE TOUTE CONFIANCE ME SOIT RETIRÉE  
S'IL ADVIENT QUE JE ME PARJURE"

Le Candidat

VU

LE DIRECTEUR  
de l'Ecole Inter-Etats des  
Sciences et Médecine Vétérinaires

LE PROFESSEUR RESPONSABLE  
de l'Ecole Inter-Etats des Sciences et  
Médecine Vétérinaires

LE PRESIDENT DU JURY

VU

LE DOYEN  
de la Faculté de Médecine  
et de Pharmacie

Vu et permis d'imprimer \_\_\_\_\_

Dakar, le \_\_\_\_\_

LE RECTEUR, PRESIDENT DE L'ASSEMBLEE DE L'UNIVERSITE DE DAKAR.

---