

THESE de DOCTORAT de l'UNIVERSITE PARIS 6

**Spécialité:
Santé Publique**

présentée par M.

Jean-Philippe CHIPPAUX

pour obtenir le titre de DOCTEUR DE L'UNIVERSITE PARIS 6

Sujet de la thèse:

La dracunculose en savane arborée au Bénin.

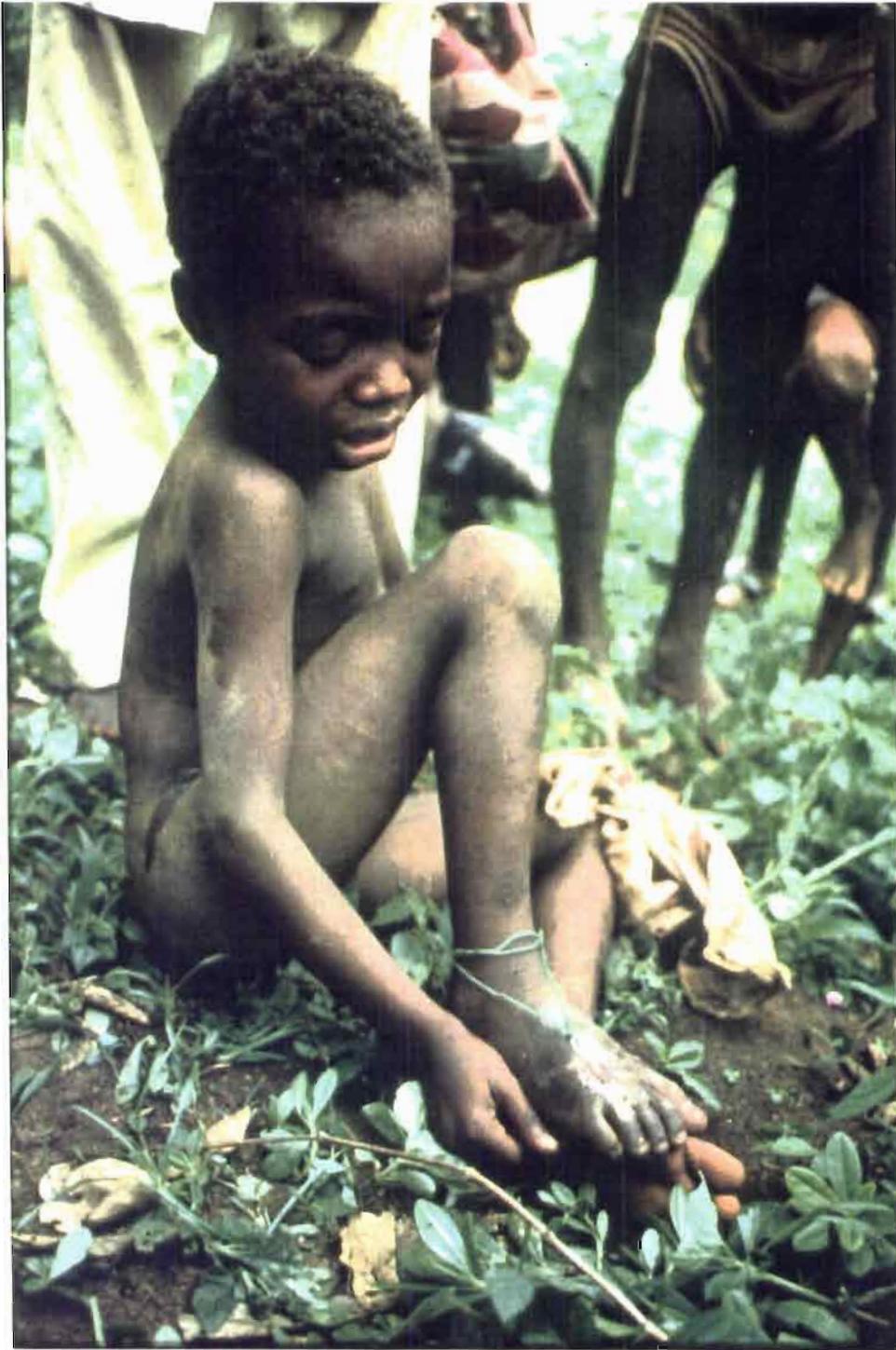
**Etudes systématique, épidémiologique
et moyens à mettre en oeuvre pour son élimination.**

soutenue le 20 décembre 1991

devant le jury composé de:

Monsieur Marc GENTILINI
Monsieur Philippe RANQUE
Monsieur Jacques PROD'HON
Monsieur Martin DANIS
Monsieur Fergus McCULLOUGH
Monsieur George GREER

Président
Rapporteur
Rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur



Photographie Daniel Heuclin

AVANT-PROPOS .

La dracunculose est une maladie historique qui concerne cent millions de personnes, parmi les plus déshéritées, en Afrique et en Asie. Avec plus de cinquante mille sujets infectés chaque année au Bénin, on estime le coût de la dracunculose à près de 800 millions de F CFA (environ 2,7 millions de \$ des Etats Unis).

Les recherches menées par l'ORSTOM et l'O.C.C.G.E. dans le centre du Bénin où l'incidence annuelle de la dracunculose est supérieure à 1 %, ont été effectuées grâce à la participation financière du Programme Spécial pour la Recherche et la Formation sur les Maladies Tropicales, PNUD/Banque Mondiale/OMS (ID. 850350).

Je remercie Monsieur Marc Gentilini de bien vouloir présider ce jury et Monsieur Martin Danis d'accepter de juger ce travail.

Max Germain, Chef du Département Santé de l'ORTOM en 1984, et Gaston Pichon, représentant de l'ORSTOM au Bénin en 1985, ont largement inspiré cette étude.

Celle-ci n'aurait pas pu être réalisée sans le bienveillant soutien de René Le Berre, Jacques Prod'hon, Bernard Philippon et Jacques Brengues.

J'ai tiré très grand profit de la longue expérience de Ralph Muller et de Fergus McCullough dans le domaine de la dracunculose.

Karl Steib m'a initié à la systématique des cyclopidés. Sans lui, ce travail aurait perdu une dimension essentielle.

Marc Roesch m'a donné de précieux conseils et des informations de première main sur les activités agricoles dans le Zou.

Mes collègues de Bobo Dioulasso, Robert Guiguemdé, Raphael Gbary et Jean-Bosco Ouédraogo m'ont accueilli dans leur équipe; nous avons ainsi pu avoir des échanges fructueux.

Je remercie, pour son dévouement, l'ensemble du personnel de l'Antenne entomologique O.C.C.G.E. de Cotonou, et en particulier Martin Akogbéto; grâce à eux, mon séjour au Bénin aura été agréable et formateur. Apollinaire et Félicien, au cours de nos nombreuses tournées, Jean, Michel et Noëlle, au laboratoire, ont été des compagnons sympathiques et compétents qui ont pris une part importante à ce travail.

Les étudiants, au cours de leur stage à l'Antenne, m'ont beaucoup aidé et appris encore plus. Leur contribution a été déterminante: Léopoldine de Souza, Yvette Soakoudé, Bernard Lokossou, Ibrahim Laniyan, Amidou Banzou, Ephrem Prudencio, Félicité Mélomé, Lézin Zokpé, Toussaint Lanmasso et Serge Ekoué.

Les autorités administratives béninoises, notamment Damien Houéto, Directeur de l'Assainissement, m'ont grandement facilité la tâche. Les Médecins-Chefs de District, en particulier Julien Toessi et Jacob Houéto, nous ont prodigué leur hospitalité au cours des enquêtes. Les enseignants de la Faculté des Sciences de la Santé, et en premier lieu Benoît-Christophe Sadeler, ont toujours manifesté un grand intérêt à mes recherches et m'ont guidé avec efficacité.

Je remercie Jean-Pierre Meert de l'UNICEF, Evelyne Laurin et Julien Dossou-Yovo du Projet "Eau et Assainissement en Milieu Rural", ainsi que tous les volontaires du Peace Corps pour leur collaboration au cours des enquêtes.

Robert Larsson et Lee Yellott sont à l'origine d'une réflexion féconde sur l'impact de la dracunculose et les stratégies de lutte.

Mes échanges avec mes collègues de l'ORSTOM, parmi lesquels François Lenoir, Jean-Marc Hougard, Kadya Tall, Pierre Gazin,

Vincent Robert, François Noireau, Alain Froment, Jean-Pierre Hervouet, Michel Cot, Dominique Schneider, Jean-François Molez m'ont permis d'élargir la validité et de préciser l'expression de mes résultats. Nicole Barberi a montré une grande patience en m'aidant à vérifier la bibliographie.

François-Xavier Pajot a accepté d'être mon parrain à l'ORSTOM. Je lui en sais gré. Son accueil à Cayenne, et celui de Françoise, ont été un élément important dans le choix de ma carrière.

Je dois au talent de mes amis Daniel Heuclin et Francis Chaverou les plus belles des photos illustrant ce travail.

J'exprime toute ma gratitude à Philippe Ranque pour son aide et sa patience au cours de la rédaction du manuscrit, ainsi que pour l'amicale sollicitude dont lui-même et Jutta ont toujours fait preuve à mon égard depuis notre première rencontre.

Enfin j'ai un plaisir tout particulier à évoquer la chaleureuse complicité, dépassant largement le cadre de cette thèse, partagée avec Achille et Marina Massougbodji.

A mes parents, Patricia, Karine, Barbara et Kévin.

La dracunculose en savane arborée au Bénin.

Etude systématique, épidémiologique
et moyens à mettre en oeuvre pour son élimination.

SOMMAIRE.

Résumé.	p. 8
Summary.	p. 11
1. INTRODUCTION.	p. 14
1.1. Historique.	p. 15
1.2. Distribution géographique.	p. 17
2. MATERIEL ET METHODE.	p. 22
2.1. Zone d'étude.	p. 23
2.2. Villages étudiés.	p. 25
2.3. Enquêtes épidémiologiques.	p. 35
2.4. Enquêtes socio-économiques.	p. 37
2.5. Enquêtes limnologiques.	p. 41
2.6. Lutte contre la dracunculose.	p. 47
3. PARASITOLOGIE.	p. 53
3.1. Morphologie du parasite.	p. 54
3.2. Migration chez l'hôte définitif.	p. 58
3.3. Réservoir animal.	p. 59
3.4. Cycle parasitaire.	p. 60
4. SYSTEMATIQUE DES CYCLOPIDES.	p. 63
4.1. Caractères taxonomiques des <i>Cyclopidae</i> .	p. 64
4.2. Clés de détermination des cyclopidés du Bénin.	p. 69
4.3. Description des espèces rencontrées dans les villages d'étude.	p. 81

5. ECOLOGIE DES CYCLOPIDES.	p. 94
5.1. Facteurs abiotiques.	p. 95
5.2. Variation saisonnière des densités de populations.	p. 102
5.3. Identification des hôtes intermédiaires.	p. 123
5.4. Conclusions.	p. 131
6. CLINIQUE ET EPIDEMIOLOGIE DESCRIPTIVE.	p. 133
6.1. Clinique.	p. 135
6.2. Epidémiologie descriptive.	p. 137
6.3. Conclusions.	p. 152
7. IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE.	p. 155
7.1. Impact économique.	p. 156
7.2. Absentéisme scolaire.	p. 164
7.3. Conclusions.	p. 169
8. LUTTE CONTRE LA DRACUNCULOSE.	p. 172
8.1. Chimiothérapie/Chimioprophylaxie.	p. 173
8.2. Lutte antivectorielle.	p. 182
8.3. Approvisionnement en eau potable.	p. 188
8.4. Education pour la santé.	p. 195
8.5. Surveillance épidémiologique.	p. 197
8.6. Conclusions.	p. 202
9. CONCLUSIONS.	p. 204
Bibliographie.	p. 210

RESUME .

Une enquête longitudinale a été menée dans quatre villages de la province du Zou, au centre Bénin, où la dracunculose est hyperendémique. Un passage hebdomadaire a permis de noter la date d'émergence des vers et de préciser la période de transmission. En même temps, était effectué un prélèvement d'eau pour identifier les cyclopidés et mesurer leur densité dans les mares utilisées par les villageois.

Sur les quinze espèces de cyclopidés récoltées dans les villages étudiés, quatre se sont révélées être de bons hôtes intermédiaires de la dracunculose. *Thermocyclops oblongatus* apparaît être le vecteur le plus commun, en particulier dans les mares villageoises. *T. prolatus* est souvent associé à *T. oblongatus*. *T. emini* se rencontre dans les cours d'eau lorsqu'il n'y a plus de courant, au début de la saison sèche. *T. consimilis* est un hôte intermédiaire secondaire.

Aucun des paramètres physico-chimiques n'a présenté de corrélation évidente avec les densités de cyclopidés hôtes intermédiaires de la dracunculose. Seule la température conditionne, dans certaines limites, le développement des populations de cyclopidés. La majorité des points d'eau prospectés étaient en équilibre ionique avec les smectites. Ces milieux pourraient être plus propices à la transmission de la dracunculose en favorisant le peuplement de cyclopidés prédateurs.

La quiescence des cyclopidés s'effectue, au stade copépodite IV, dans le sol des mares asséchées. Les sols argileux, surtout riches en matière organique, semblent les plus favorables. Même si la quiescence permet d'expliquer le maintien des populations de cyclopidés dans les mares temporaires, il semble qu'elle joue un rôle accessoire dans la transmission de la dracunculose au Bénin.

La correspondance entre la période d'émergence maximale et les densités de cyclopidés a permis de confirmer que la latence du ver de Guinée chez l'homme dure de 10 à 13 mois. La densité minimale de cyclopidés nécessaire pour assurer une transmission stable peut être évaluée à 10 cyclopidés pour 10 litres d'eau. Un faible nombre de malades suffit à introduire, puis maintenir la dracunculose dans un foyer. Au dessus de 10 cyclopidés pour 10 litres d'eau, il ne semble pas qu'il y ait de relation entre la densité de cyclopidés et l'incidence.

Les mares villageoises entretiennent une transmission prolongée ou bimodale, occupant la majeure partie de la saison sèche (de novembre à avril). En revanche, les retenues de barrage sont à l'origine d'une transmission brève, souvent intense, en début de saison sèche (d'octobre à janvier).

720 cas de dracunculose ont été examinés entre 1985 et 1989. Les deux sexes sont également touchés. Les nourrissons sont exceptionnellement atteints. Les hommes actifs, dont l'âge est compris entre 18 et 45 ans, sont significativement plus infectés, ce qui peut s'expliquer par la multiplicité des sources d'infection, notamment sur les lieux de travail. Dans le reste de la population, la fréquence de contamination est similaire dans les différentes classes d'âge. 90% des émergences se situent au niveau des membres inférieurs. Chez 93,5% des malades, la dracunculose se manifeste par l'émergence du ver. Des complications d'ordre inflammatoire, infectieuse ou mécanique, ont été observées dans 57,5% des cas et ont entraîné une incapacité chez 44,7% des sujets. La durée moyenne de la maladie est de 106 jours; elle ne varie pas en fonction des équipements éducatifs ou sanitaires, ni de l'isolement du village.

La fréquence des réinfections est significativement plus élevée chez 20% des villageois. Il semble que le risque de réinfection puisse être attribué à un comportement particulier concernant l'approvisionnement en eau de boisson, son stockage ou son traitement.

La perte de temps de travail à cause de la dracunculose correspond à 7,5% du nombre de journées actives; à certaines saisons, elle peut représenter jusqu'à 19% du temps actif. La réduction du temps de travail entraîne une redistribution des tâches entre les villageois et, plus rarement, le recours à une main d'oeuvre de substitution. L'entraide villageoise, importante dans les petites communautés, permet de maintenir le niveau des revenus. En revanche, elle implique souvent la participation de jeunes scolarisés. L'absentéisme scolaire, lié à l'incapacité ou au remplacement des adultes, conduit parfois à l'abandon définitif de la scolarité.

Le coût de la dracunculose a été estimé à 15% du revenu annuel d'un actif.

Le traitement de la dracunculose est décevant. Les antihelminthiques sont inefficaces. Le mébendazole à forte dose a entraîné une augmentation des migrations aberrantes du ver adulte chez les sujets traités.

Nous n'avons pas observé de modification significative des habitudes d'approvisionnement en eau après l'installation du forage. Ce sont essentiellement les femmes entre 8 et 45 ans qui ont la charge de l'approvisionnement en eau et de sa gestion. Nous n'avons pas réussi à identifier de motivations particulières incitant à l'utilisation de la pompe, en dehors de sa proximité du village.

Le téméphos est actuellement le seul cyclopicide utilisable pour la lutte antivectorielle. Cette dernière doit être associée à une éducation pour la santé.

SUMMARY .

The dracunculiasis in wet savana of Benin.

Systematical and epidemiological studies
and necessary tasks for its control.

A prospective survey was conducted in four villages in the central part of Benin. Dates of worm emergence were noted to indicate the transmission period. At the same time, water was sampled to measure the density of cyclopids in drinking water bodies.

Out of 15 species, found in the studied villages, four could be considered as good intermediate hosts of *Dracunculus medinensis*. *Thermocyclops oblongatus* appeared to be the most common host, especially in ponds. *Th. prolatus* was frequently associated with *Th. oblongatus*. *Th. emini* was found in rivers where the stream stopped after the beginning of the dry season. *Th. consimilis* may be considered as a minor intermediate host.

No correlation was noted between physical or chemical factors and the density of cyclopids species involved in dracunculiasis transmission. Only the temperature variations might explain the variations of cyclopid density. In most water bodies, the water balance was established with smectite. Such a mineralogical environment could be regarded as favourable to the intermediate host development of dracunculiasis.

Quiescence of cyclopids was noticed, at copepodite stage IV, in soils of dried water bodies. There was no density correlation with depth. Cyclopids were found just beneath the surface to 35 cm in depth. Cyclopids were alive in soils with a range of moisture from 40% to 99%, and a range of pH from 4.8 to 6.7. Clay soils, especially those rich in organic materials, were the most favourable ones to preserve the

quiescence of cyclopids. Quiescence would be the explanation to the continuity of the cyclopids population in temporary water sources, but seemed to play a minor role in drancunculiasis transmission in Benin.

Connection between the most important worm emergence period and cyclopid density confirmed that the duration of Guinea worm latency in humans lasted from 10 to 13 months. The smallest density of cyclopids, able to induce steady transmission, was evaluated to 10 cyclopids per 10 liters of water. Very few patients may introduce or maintain dracunculiasis in a community. There is no proportional connection between incidence and cyclopid density.

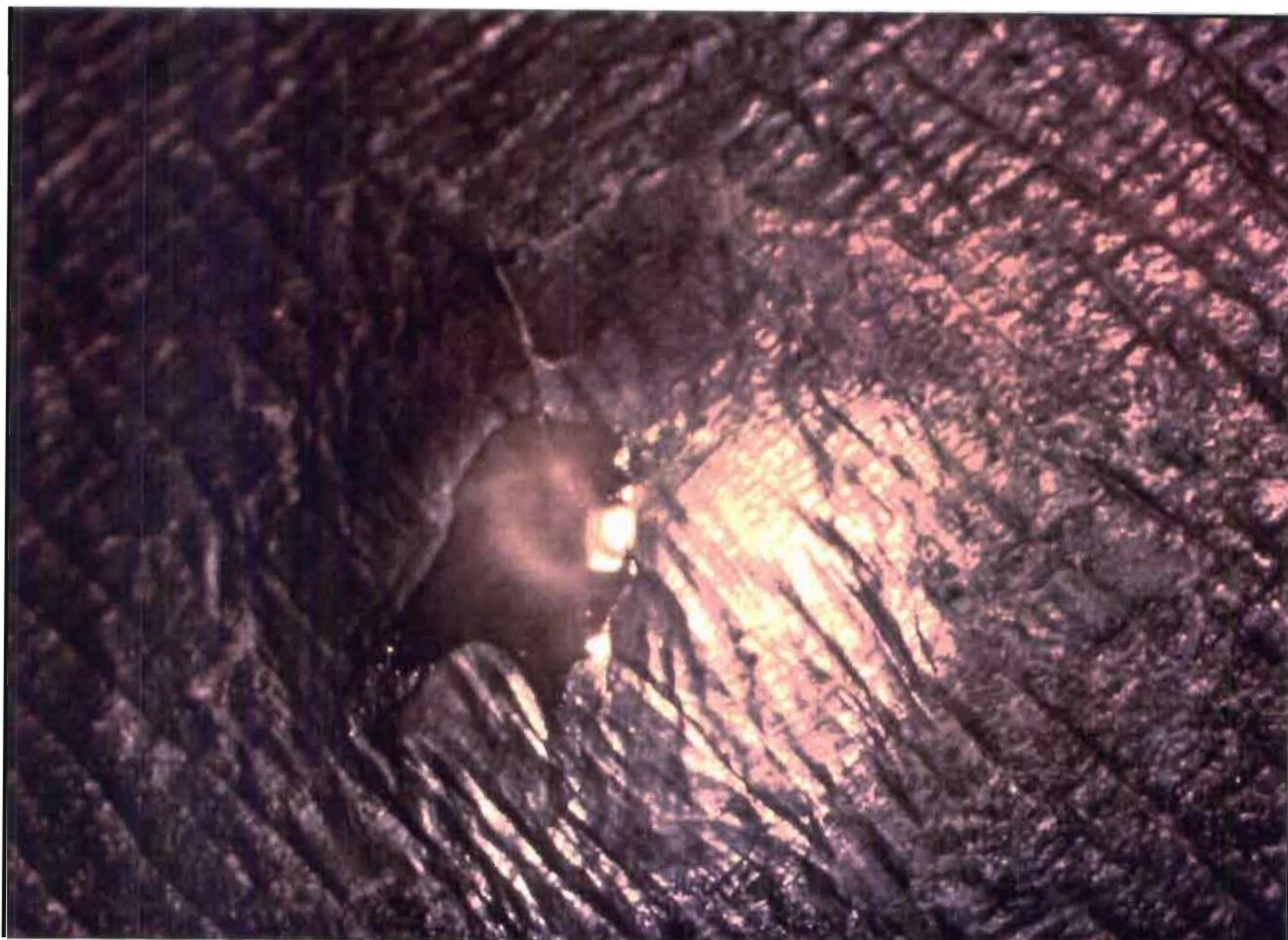
Village ponds gave rise to an extensive transmission over the dry season (from November to April). Reservoir dams induced a short-period transmission at the beginning of the dry season (from October to January).

Seven-hundred-twenty patients were examined, 93.5% had a typical emergence of one or more worms. Inflammatory, infectious or mechanical complications were observed in 57.5% of the cases and caused disabilities in 44.7% of the patients. Infants were rarely infected. The highest incidence occurred in males of age 18 to 45 years, who had probably been infected by several contaminated water sources in the field. Incidence was not significantly different in the other age groups. Ninety percent of the emergence was located in the lower limbs. The average duration of the disease was 106 days and was neither linked to educational and medical equipment nor to the village isolation. Recurrent infections from year to year were observed with a significant higher frequency in 20% of the people. These people were not distinctive from others. This result could be explained by a special behaviour as to water supply, storage or treatment.

Seven and a half percent of the annual work was lost owing to dracunculiasis disabilities. During the dracunculiasis transmission period, the wasted time due to disability could be evaluated to 19% of the working days. Reduction of activity resulted in a redistribution of work tasks and, sometimes, employment of agricultural workers. Mutual help was essential in small communities and helped to maintain the income level. In return, it resulted in children getting involved in labour. School attendance, due to their own disability or sick adult substitution in the field, decreased drastically during the transmission period and was followed by school interruption. The cost of dracunculiasis was estimated at 15% of the annual income. Medical treatments are disappointing as drugs are ineffective. High doses of mebendazole caused a significant increase in aberrant worm migration in the treated patients. No significant modification was observed in the water-attending habits after borehole supply. Females from 8 to 45 years of age handled the water supply and care. Preferences for the choice of water source were not identified in this study but dracunculiasis incidence did not influence people's choice even after a health education programme. Only borehole proximity seemed to be considered.

Ten compounds were tested, with the view to determining the efficacy of those belonging to various classes of pesticides. Temephos appeared to be the most valuable pesticide because it was effective against cyclops and harmless to humans and environment. If toxicity in mammals could be reduced, pyrethrinoids would be very promising compounds in case of cyclops' resistance to temephos.

CHAPITRE 1 .
INTRODUCTION .



Photographie Daniel Heuclin

CHIPPAUX J.-P.- La distribution géographique de la dracunculose en Afrique. *Médecine d'Afrique noire*, 1989, 36: 320-322.

CHIPPAUX J.-P.- Histoire de la Filaire de Médine. *Bulletin de l'association des Anciens Elèves de l'Institut Pasteur de Paris*, accepté pour publication.

La dracunculose est une helminthiase dermique due à *Dracunculus medinensis*. Elle se traduit chez l'homme, l'hôte définitif, par une ulcération d'où le ver femelle émerge pour expulser des embryons ou larves de stade I dans le milieu extérieur. Bien qu'exceptionnellement mortelle, en dehors de certaines complications infectieuses, la dracunculose est une maladie sévère en raison de sa prévalence élevée dans les communautés touchées, de sa durée et de l'invalidité qu'elle provoque.

1.1. HISTORIQUE.

Connue depuis l'antiquité, la dracunculose porte plusieurs noms qui évoquent sa distribution dans le monde antique ou son aspect remarquable (dragonneau, filaire de Médine, ver des pharaons, et plus récemment, ver de Guinée).

Il est probable que l'affection et son traitement par extraction du ver soient décrits dans le papyrus d'Ebers (1.500 ans avant J.C.). Elle semble également bien connue des Assyriens au VII^e siècle avant J.C. (Adamson, 1988). Une réaction périostée chronique non néoplasique, observée sur une momie égyptienne (Cockburn *et al.*, 1975), avait fait évoquer la possibilité d'une dracunculose. L'hypothèse, d'ailleurs retenue par les auteurs, d'une phlébite ou d'une varice en contact avec l'os, paraît beaucoup plus probable. En revanche, la découverte d'un *Dracunculus* mâle calcifié dans la cavité abdominale d'une momie d'adolescente confirme la présence de l'infection humaine en Egypte au début du premier millénaire avant J.C. (Adamson, 1988, citant David, 1984).

Les parasitologistes modernes (Bartet, 1909; Blanchard et Bartholin cités par Moulé, 1913) ont voulu reconnaître une épidémie de dracunculose dans les serpents ardents (saraph) qui décimèrent les hébreux lors de l'Exode (Nombres, 21, 5-9). Cette interprétation est contestée par plusieurs auteurs (*in* Bartet,

1909, Haim Ben Hamran, 1959). Oefele (cité par Moule, 1911) voit, dans le mythe égyptien du serpent fabriqué par Isis à partir de sa salive et atteignant Râ au talon pour l'obliger à partager son pouvoir et son savoir, une manifestation de la dracunculose (Papyrus de Turin). Une relecture de ce mythe, qui semble être une version de la Genèse, ne permet pas de retenir sérieusement cette hypothèse.

Les premières descriptions cliniques indiscutables nous viennent des auteurs grecs et romains. Plutarque (Morales, 733b), citant Agatharcides, donne à ce qu'il n'identifie pas alors comme un ver, le nom de serpenteau (drakontion). Pline, Paul d'Égine (cité par Aétius) et Pollux décrivent très précisément la maladie. Galien, sans pourtant jamais l'avoir observée, lui donne son premier nom: dracontiasé (drakontiasis). Léonides d'Alexandrie l'identifie à un ascaride. Il est à signaler qu'Hippocrate ne mentionne pas la dracunculose. Au Moyen-Âge, les auteurs de langue arabe ont largement décrit la dracunculose (Singer, 1912).

L'étiologie de cette affection a été longuement controversée depuis l'Antiquité jusqu'à la Renaissance. Elle a été considérée comme une veine variqueuse (*Vena Medinensis* pour Avicenne), une tumeur (pour Paré qui ne l'avait jamais observée), une portion de nerf et, plus souvent, comme un ver, un lombric ou un *Gordius* (Aétius, Léonides, Velsch, Cunélius, Fuchs, Lind ou Koempfer). Avec la traite des esclaves d'Afrique, le ver de Guinée est redevenu d'actualité au cours des XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles. De nombreuses descriptions cliniques ont été faites chez les esclaves au cours des traversées ou, après leur arrivée, dans le Nouveau Monde.

Linné décrit le ver adulte en 1758 et Fedschenko le cycle parasitaire en 1871.

La Décennie Internationale pour l'Eau Potable et l'Assainissement (DIEPA), entre 1981 et 1990, va révéler l'importance de la dracunculose et le coût élevé de l'incapacité qu'elle entraîne. L'OMS, au cours de la 44^{ème} Assemblée Mondiale de la Santé, en 1991, a programmé l'éradication de la dracunculose pour le courant des années 1990.

1.2. DISTRIBUTION GEOGRAPHIQUE.

L'origine géographique de cette parasitose est difficile à préciser.

Le fait qu'elle soit mentionnée dans le papyrus d'Ebers prouve qu'elle se rencontrait en Egypte au XV^{ème} siècle avant J.C., probablement dans l'entourage même des pharaons (Adamson, 1988). Elle pouvait être endémique, quoique cela soit douteux, puisque les auteurs antiques ne la signalaient pas comme telle. Il s'agissait, plus probablement, de cas importés, observés chez des voyageurs, commerçants, soldats ou esclaves, qui venaient en Egypte ou y retournaient. Avant le XV^{ème} siècle avant J.C., l'Egypte entretenait des relations avec Yam, probablement l'actuel Soudan qui fournissait esclaves et guerriers, et Punt, sans doute l'actuel Mozambique. Les échanges avec cette dernière contrée se sont surtout développés sous Hatshepsout dès 1482 avant J.C., c'est à dire après la rédaction du papyrus d'Ebers. Il est vraisemblable que la dracunculose soit d'origine nubienne.

La dracunculose était connue à Ninive, en Mésopotamie, sous Assurbanipal (VII^{ème} siècle avant J.C.) qui a conquis l'Egypte. Il est impossible de déterminer si la dracunculose en a été importée ou si elle était déjà endémique dans le croissant fertile. De même, nous ignorons si les textes y faisant référence, étaient des originaux ou des copies de traités venant d'ailleurs. Adamson (1988) opte pour une diffusion de la dracunculose vers l'orient, à partir de la Nubie, à l'occasion

de conquêtes assyriennes, puis macédoniennes, vers l'Indus. Bien que l'importation du dragonneau dans le sous-continent indien puisse être attribuable aux conquêtes d'Alexandre le Grand (IV^e siècle avant J.C.), il n'est pas mentionné dans le récit de Plutarque qui, pourtant, connaissait la maladie. En revanche, Velikovsky (cité par Kevan, 1977) note une référence probable au dragonneau, dans le dernier vers de trois strophes d'un poème du Rig-Veda (livre sanskrit attribué à Vasistha, vers le XIV^e siècle av. J.C.): "Que le ver sinueux ne m'atteigne pas et ne me blesse pas le pied". Il est donc vraisemblable que la dracunculose était connue en Inde, bien avant l'arrivée d'Alexandre le Grand.

Au début de notre ère, la dracunculose était endémique dans une grande partie du Moyen-Orient. Plutarque la situe "autour de la Mer Rouge". Léonides (cité par Moulé, 1911) signale *Dracunculus* en Ethiopie et en Inde. Plus tard, Avicenne (XI^e siècle après J.C.) la signale à Médine (d'où son nom), en Egypte, au Khorasan (province de l'ouest iranien) et dans le kanhat de Boukhara où il résidait. Elle y demeurera jusqu'au XX^e siècle.

Au XVI^e siècle, au début de la traite des esclaves, la dracunculose est, de toute évidence, présente en Afrique de l'Ouest. Les conquêtes coloniales vont confirmer ce fait en signalant largement ce fléau dont la répartition paraît être celle qu'on lui connaît actuellement, à quelques exceptions près. Mongo Park (fin du XVIII^e siècle) remarque sa grande fréquence au début de saison des pluies, en certains endroits où les autochtones l'attribuent à la mauvaise qualité des eaux provenant des puits traditionnels. René Caillié, en 1828, fait état d'une forte prévalence à Tombouctou. Le ver de Guinée peut trouver sa véritable origine en Afrique noire, comme le suppose Adamson (1988). Mais le parasite a aussi bien pu être importé lors des conquêtes arabes à partir du XI^e siècle après J.C. Quoiqu'il en soit, l'endémie y est profondément enracinée depuis plusieurs siècles.

A l'époque pré-colombienne, il semble que la dracunculose était inconnue en Amérique et dans les Caraïbes. Le transport d'esclaves infectés est mentionné dès 1599 (Hoepli, 1969) et se poursuit jusqu'au XVIII^e siècle. Bien que souvent confondu avec d'autres vers comme *Mermis sp.* (Leiper, 1911a) ou *Loa loa* (Loney, 1844; Mitchell, 1859), la plupart des descriptions ne font aucun doute sur l'identité du parasite décrit.

La dracunculose ne s'est pas invétérée dans le Nouveau Monde, même si quelques rares foyers ont pu se maintenir plusieurs années (Curaçao, Feira dans la Province de Bahia au Brésil, Paramaribo au Surinam et Démérari au Guyana). Ces foyers, dont certains sont d'ailleurs contestés (Bartet, 1909), se sont tous éteints spontanément avant la fin du XIX^e siècle.

La répartition de la dracunculose au début du XX^e siècle, obtenue à partir des données de la littérature (compilée par Bartet (1909) et Hoepli (1969), correspond approximativement à la distribution actuelle (OMS, 1991c). Au début du XX^e siècle, la dracunculose disparaissait d'Asie Centrale, notamment d'Ouzbékistan. Au Moyen Orient et dans le sous-continent indien, l'élimination de la filaire de Médine se fait progressivement. Elle semble avoir été éliminée d'Iran après la seconde guerre mondiale, en partie grâce à la lutte antipaludique, quoique quelques villages restaient infectés en 1971 (Sahba *et al.*, 1973). Les foyers résiduels, au Pakistan et en Inde, font l'objet d'une lutte active remarquablement efficace (OMS, 1991a et 1991c).

En Afrique, où un effort de lutte important reste à faire, la distribution est précisée sur la figure 1.1. (Chippaux, 1989).

Au Bénin, des enquêtes menées, depuis 1985, dans les formations sanitaires, les écoles et les coopératives, par l'équipe ORSTOM/O.C.C.G.E., en association avec l'UNICEF et l'USAID (Chippaux, 1989; OMS, 1989b), ont permis d'établir une carte détaillée de l'endémie dracunculienne (figure 1.2.).

Figure 1.1.

Distribution de la dracunculose en Afrique

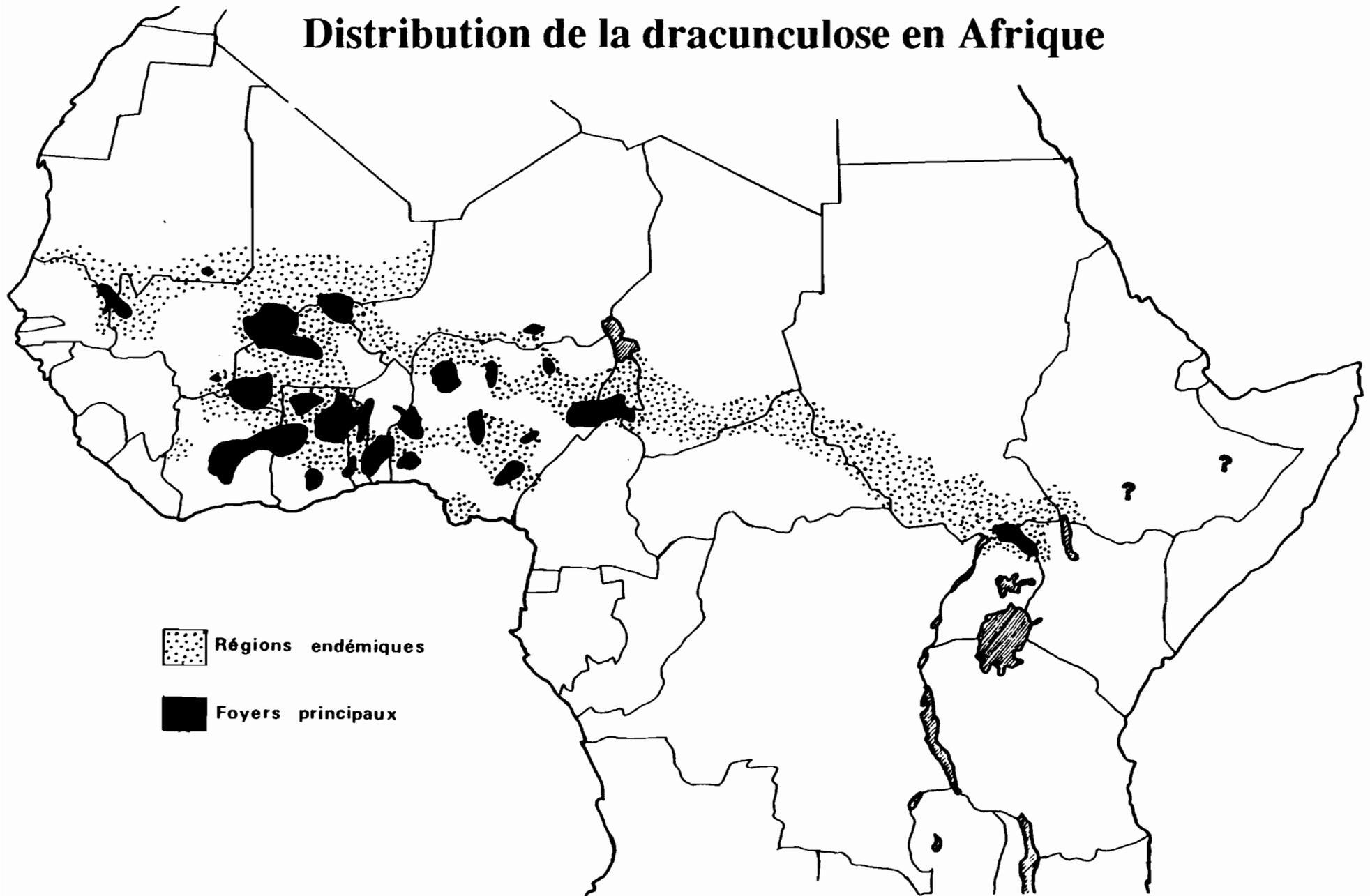
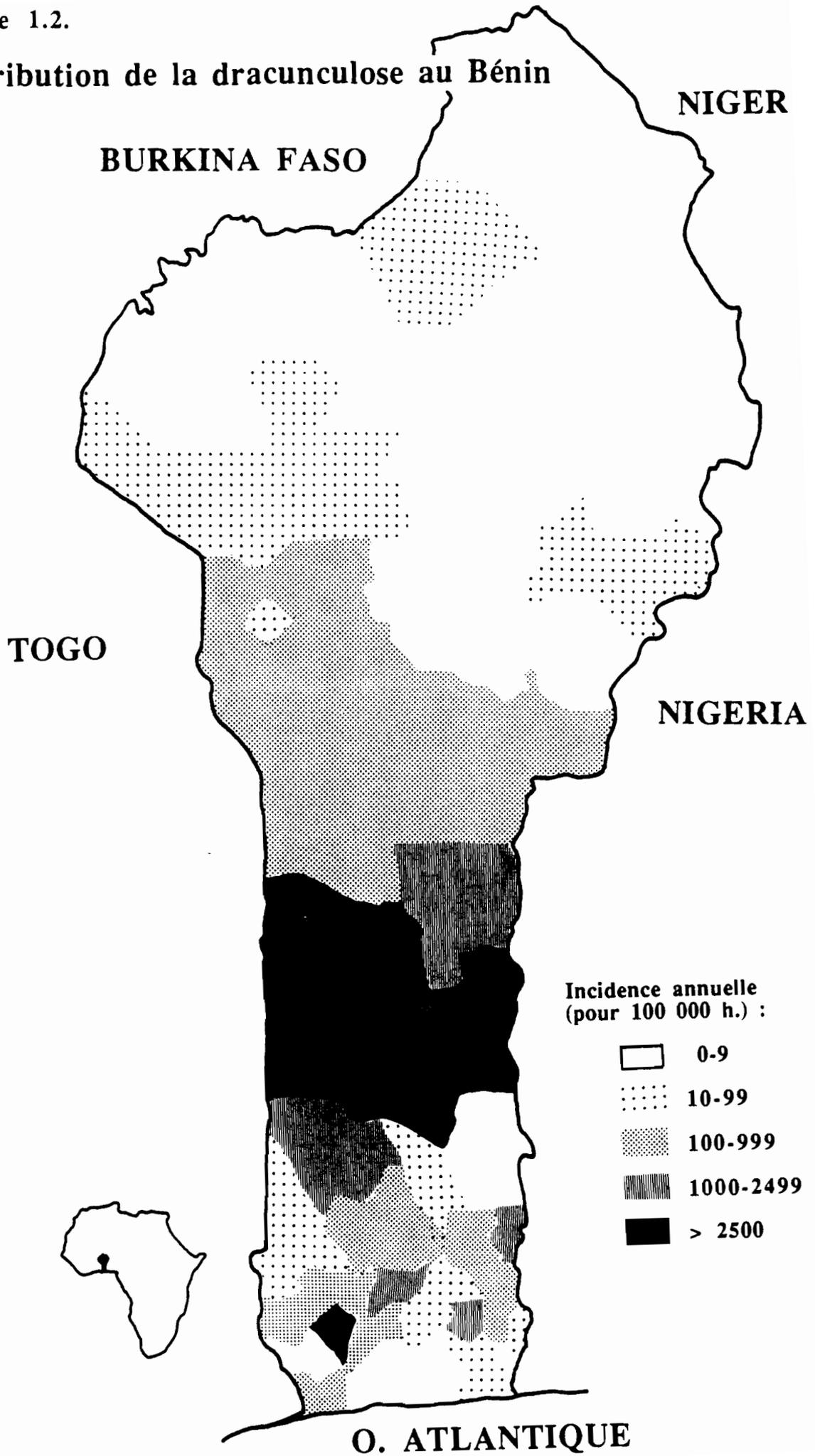


Figure 1.2.

Distribution de la dracunculose au Bénin



CHAPITRE 2.

MATERIEL ET METHODE.



Photographie Daniel Heuclin

CHIPPAUX J.-P. and COUSTARD J.-M.- Sensitivity and accuracy of a biological assay for the determination of concentration of residual pesticide in natural water bodies. *Acta Tropica*, accepté pour publication.

2.1. ZONE D'ETUDE.

La République du Bénin est un pays côtier d'Afrique occidentale, située entre le Togo à l'ouest et le Nigéria à l'est. Bordée au sud par le Golfe du Bénin, elle partage, au nord, une frontière avec le Burkina Faso et une autre avec le Niger. La région d'hyperendémie dracunculienne s'étend au centre du pays, entre 100 et 250 km du bord de mer, principalement dans la Province du Zou (figure 2.1.).

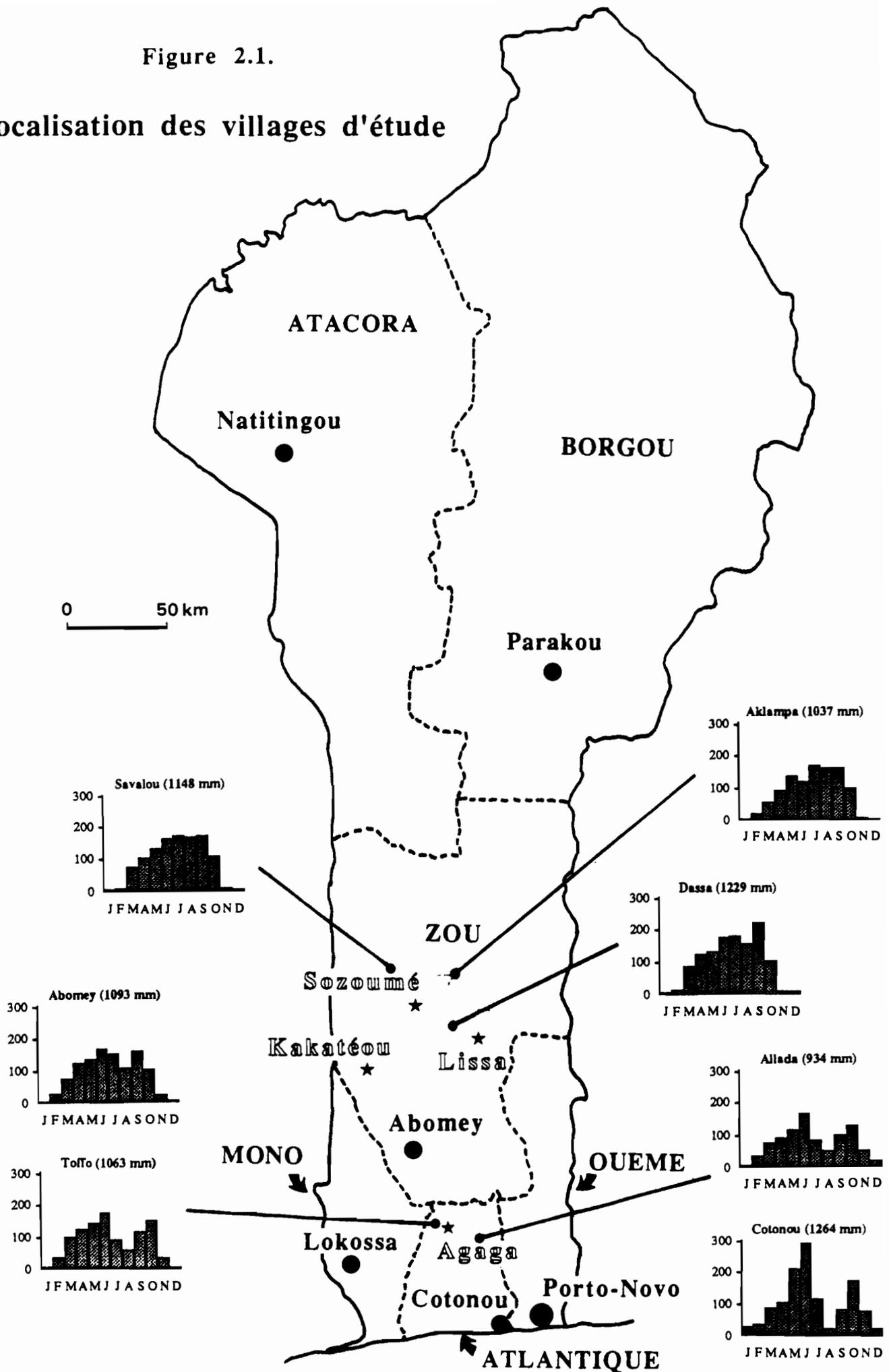
Le Zou est une région agricole dont la population actuelle est estimée à 900.000 habitants. La densité moyenne de population atteint 50 habitants au km², avec une importante disparité. Les districts du sud sont fertiles et accueillent une industrie de transformation de produits agricoles. Ils comptent plus de 150 habitants au km². Ceux du nord de la province, plus pauvres, ont moins de 10 habitants au km². L'habitat est groupé en villages ou en petites villes. Plusieurs ethnies sont représentées, appartenant toutes au groupe Aja-Fon.

Le sud de cette région correspond à la dépression d'Allada, dont le sol est composé d'argile associé à du sable ou du calcaire. Le nord se situe sur le socle précambrien, pénéplaine constituée de roches éruptives.

C'est une zone de savane arbustive soudano-guinéenne, comprise entre les isohyètes 1.000 et 1.200 mm. Au sud on distingue nettement quatre saisons qui s'estompent progressivement jusqu'à disparaître 250 km plus au nord (figure 2.1.). La saison sèche s'étend de novembre à avril, parfois interrompue en février-mars par la "pluie des mangues" (figure 2.1.). Elle va progressivement provoquer le tarissement de la plupart des sources d'eau. La saison des pluies, entrecoupée par une petite saison sèche en août, commence en mai et se termine en octobre. Dès cette époque, les points d'eau sont nombreux et les rivières coulent.

Figure 2.1.

Localisation des villages d'étude



La nappe aquifère est profonde (100 à 150 mètres dans la Province du Zou), protégée par un socle cristallin. L'eau de surface est la principale source d'approvisionnement en eau de boisson dans les petites communautés, pour la plupart encore dépourvues de forage ou de pompe. En période des pluies, de multiples réservoirs naturels ou artificiels permettent aux paysans de trouver de l'eau partout. L'organisation et la gestion des réserves d'eau en saison sèche est encore traditionnelle.

Quelques riches villages possèdent des impluviums, citernes alimentées par des eaux de ruissellement provenant des toitures notamment. La construction de petits barrages se développe à l'instigation des pouvoirs publics et des organisations non gouvernementales. Beaucoup de petits villages font toujours appel à des techniques rudimentaires. Certains ont la chance, toute relative, de posséder des mares permanentes. Ailleurs, on trouve des mares surcreusées, excavations coniques atteignant l'aquifère superficiel, lorsque ce dernier est peu profond (moins de cinq mètres en saison sèche). Creusés dans le lit asséché d'une rivière, ces ouvrages drainent l'eau de l'influx et prennent alors le nom de "céanes". Ces bassins sont régulièrement approfondis et curés par les villageois pour accéder à l'eau. Le puisage est manuel et impose, le plus souvent, un contact corporel direct avec l'eau du bassin.

2.2. VILLAGES ETUDIÉS.

Quatre villages ont été choisis en fonction de leur situation géographique, de leur accessibilité permanente, de l'incidence de la dracunculose évaluée par enquête transversale rétrospective, et du type d'approvisionnement en eau de boisson. Trois d'entre eux se situent dans le Zou. Le quatrième se trouve dans la Province de l'Atlantique, à la limite sud du Zou. La localisation des villages d'étude est précisée sur la figure 2.1.

Le recensement des villages a été effectué chaque année en septembre, par passage dans toutes les concessions et interrogatoire du chef de famille. Les mouvements migratoires annuels ont été mesurés, en faisant préciser l'origine ou la destination des intéressés. L'évaluation de l'âge étant approximative en l'absence d'état civil, nous avons classé la population par groupe d'âge correspondant aux activités socio-professionnelles classiques en milieu rural africain: nourrissons (0 à 2 ans), pré-scolaires (3 à 6 ans), enfants d'âge scolaire et adolescents (7 à 14 ans), actifs (15 à 50 ans environ) et âgés (plus de 50 ans). La distribution des âges est similaire dans les quatre villages et comparable à la pyramide des âges en milieu rural béninois (tableau 2.1.). Les taux d'alphabétisation et de scolarisation (tableau 2.2.), ainsi que les activités des adultes ont été relevés systématiquement.

Tableau 2.1. Distribution de la population selon l'âge.

Classe d'âge (ans)	Lissa	Sozoumé	Kakatéou	Agaga	Zou*
nourrissons (0-2)	10%	11%	9%	8%	
pré-scolaires (3-6)	16%	11%	14%	15%	48%
scolaires (7-14)	23%	21%	24%	22%	
Hommes actifs (15-50)	19%	23%	25%	23%	16%
femmes actives (15-50)	21%	25%	24%	26%	29%
sujets âgés (> 50)	11%	9%	4%	6%	7%

* Enquêtes agricoles 1978/79 (Carder - Ministère du Développement Rural et de l'Agriculture du Bénin).

2.2.1. AGAGA.

Agaga est un village traditionnel de 290 habitants en moyenne répartis en 44 familles. Le sexe masculin est prédominant (sex

ratio = 1/0,88) et les mouvements migratoires sont faibles. Près de 90% de la population reste stable d'une année sur l'autre et l'exode rural vers Cotonou, à 80 km plus au sud, est limité. Doté d'une école, ce village connaît un taux de scolarisation de 35%.

L'approvisionnement en eau de boisson est assuré par une mare naturelle permanente dans un bas-fond dont le sol est argilo-sableux. Le volume de cette mare est d'environ 50 m³ en saison des pluies.

La végétation, dans le bas-fond, est dense; elle est constituée surtout d'essences plantées: palmiers à huile (*Elaeis guineensis*) et caféiers (*Coffea robusta*), associés à quelques indiens (*Cassia siamea*). De grands arbres, de plus de 15 mètres, dominent le couvert végétal çà et là: doussiés (*Antiaris africana*), kolatiers (*Cola gigantea*) et tecks (*Tectonia grandis*). En raison de l'ombre permanente, l'eau de la mare connaît une faible amplitude thermique aussi bien saisonnière que nycthémérale (figure 2.2.). La différence de température entre le jour et la nuit est en général inférieure à 5°C. La végétation aquatique est absente. La faune associée est restreinte. Le zooplancton, en dehors des cyclopidés, est faiblement représenté par des rotifères et des cladocères. Nous n'avons pas récolté de mollusque au cours de nos prospections. Nous n'avons observé aucun poisson. En revanche, reptiles et batraciens aquatiques sont nombreux aux abords de la mare: varans (*Varanus niloticus*), serpents (*Afronatrix anoscopus* et *Graya smithi*), batraciens (*Buffo sp.*, *Rana sp.*).

L'enquête a débuté en septembre 1985 et s'est achevée en août 1988.

2.2.2. KAKATEOU.

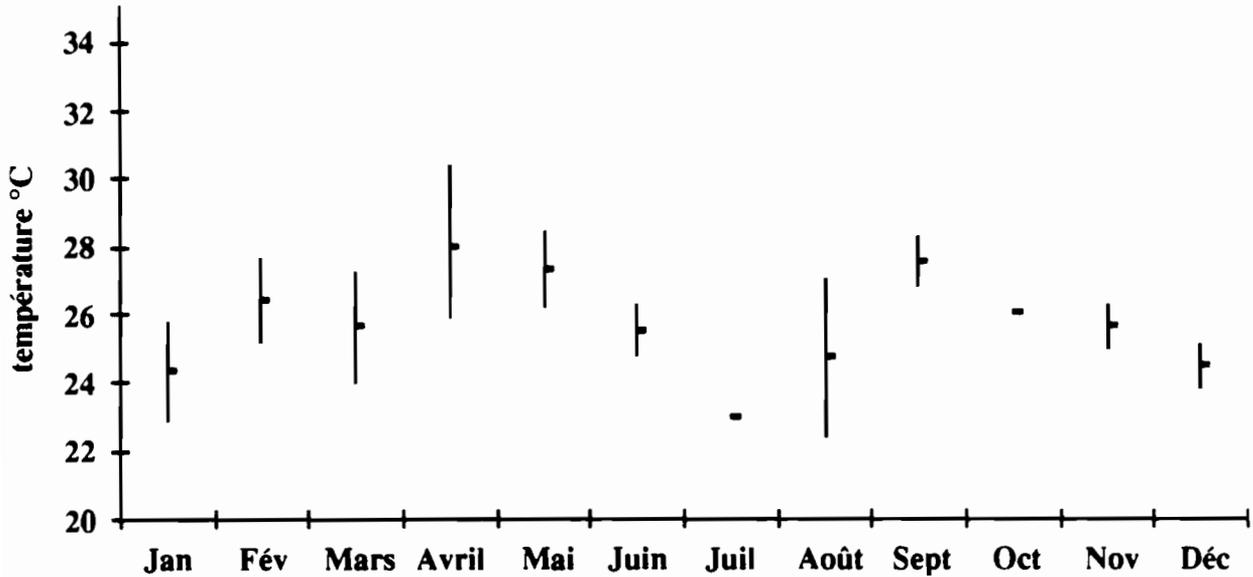
Kakatéou est une ferme isolée, jadis construite par la coopération israélienne. Les maisons sont en ciment, recouvertes de tôles ondulées. La population moyenne est voisine de 265 habitants distribués en 56 petites familles de type nucléaire. Le sex ratio est de 1/0,92 en faveur des hommes. L'émigration est faible, mais l'immigration, à prédominance féminine, est importante. 85% de la population est stable d'une année sur l'autre. La présence d'une école dans le village explique le taux de scolarisation de 30%.

Un barrage a constitué l'unique source d'eau de boisson jusqu'à la mise en place d'une pompe par l'UNICEF en février 1986, puis d'un second forage l'année suivante. Le volume de la retenue de barrage est supérieur à 10.000 m³ en saison des pluies. En saison sèche, le volume d'eau diminue considérablement, jusqu'à l'assèchement complet, les années de faible pluviosité. Généralement, il subsiste toujours quelques dizaines de m³ d'eau en fin de saison sèche. Le plan d'eau est très ensoleillé et les variations saisonnières de température sont importantes (figure 2.3.).

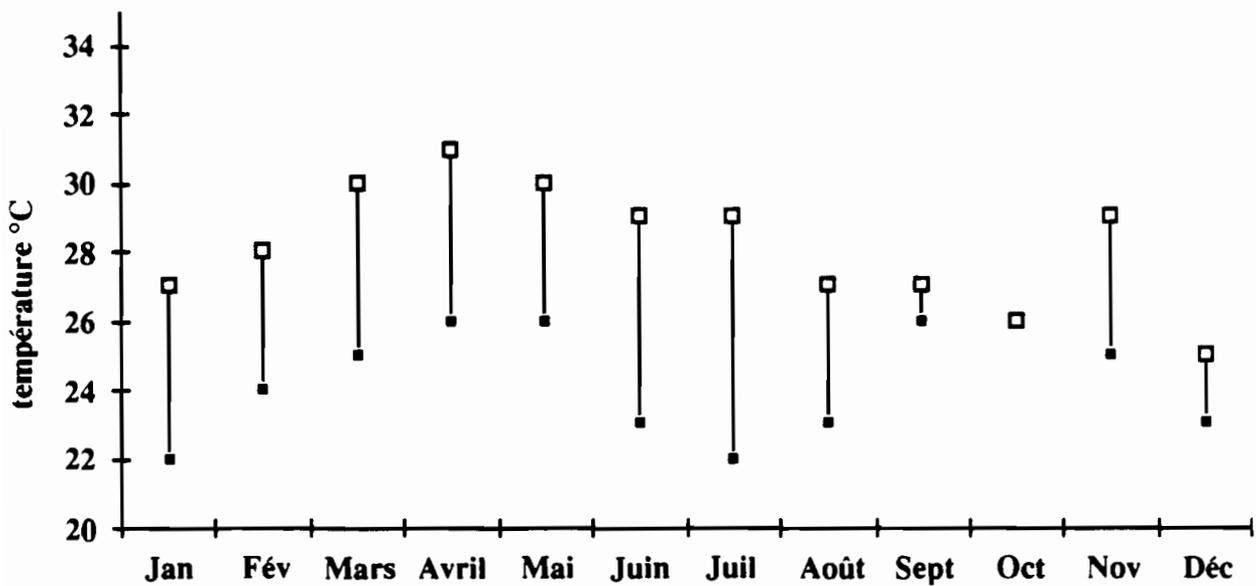
La végétation est diversifiée: il s'agit d'une savane arborée où le karité (*Butyrospermum parkii*) est abondant. Il est associé à de nombreuses autres espèces clairsemées: acacias (*Acacia caffra* et *A. sieberiana*), anacardiens (*Anacardium occidentale*), cañlcédrats (*Kaya senegalensis*), colatiers (*Cola gigantea*), kapokiers rouges (*Bombax costatum*), neems (*Azadirachta indica*), nérés (*Parkia biglobosa*) et de rares palmiers-rôniers (*Borassus aethiopum*). La végétation et la faune aquatiques sont également abondantes. Au sein du zooplancton, les cladocères constituent, en général, le groupe majoritaire. Nous avons récolté un nombre élevé de mollusques (*Bulinus globosus*, notamment). Poissons, reptiles et batraciens sont représentés par de nombreuses espèces.

Figure 2.2.

Variations saisonnières de la température de la mare naturelle d'Agaga



Variation des moyennes mensuelles de température (10 h.)



Différentiel moyen mensuel des températures diurnes et nocturnes (17 h./8 h.)

Les prélèvements d'eau ont été effectués de septembre 1985 à septembre 1986. L'enquête épidémiologique s'est poursuivie jusqu'en juin 1989.

2.2.3. LISSA.

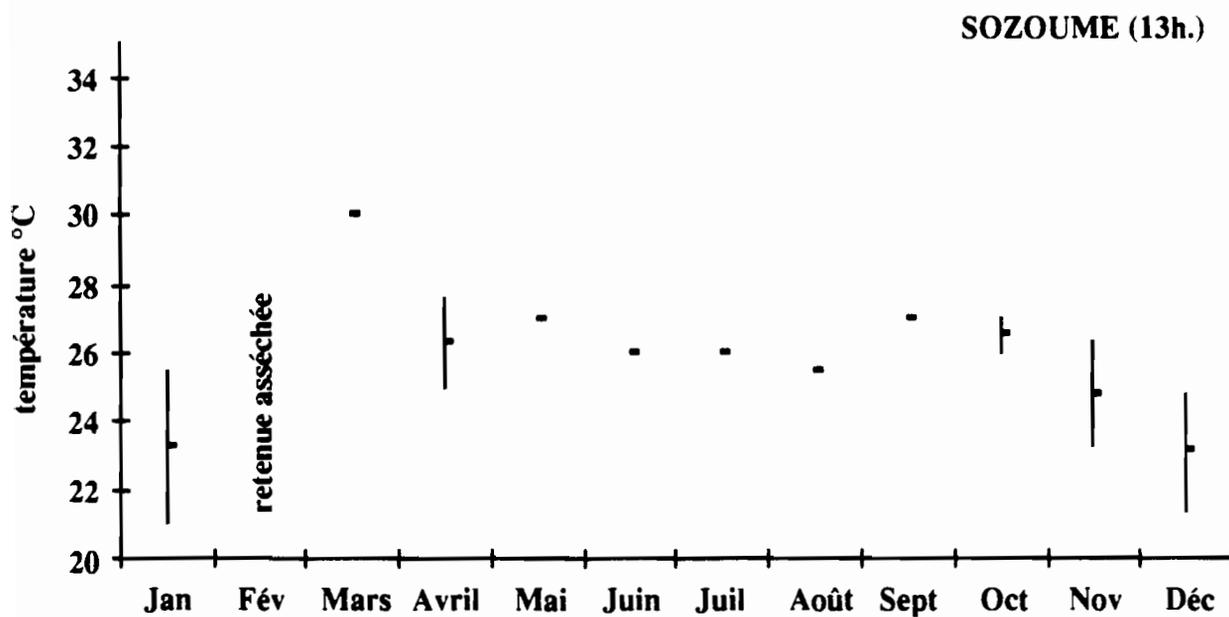
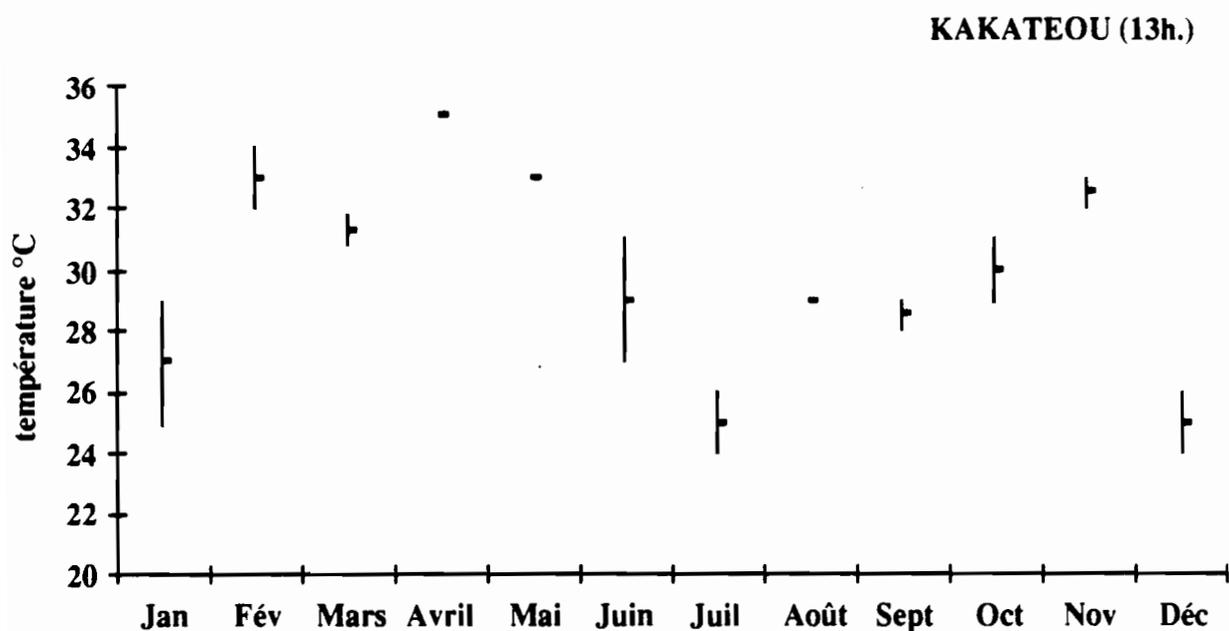
Lissa est un village traditionnel enclavé de 185 habitants, répartis en 19 familles établies dans deux quartiers séparés par une distance de deux kilomètres environ. Le sex ratio est en faveur des femmes (0,86/1). L'émigration annuelle est élevée et concerne essentiellement les hommes qui vont chercher du travail en ville. Moins de 70% de la population reste stable d'une année sur l'autre. L'école la plus proche, de même que le centre de santé, sont éloignés de plus de 10 kilomètres. Le taux de scolarisation est inférieur à 15%.

En saison sèche, deux points d'eau sont accessibles: une mare surcreusée permanente à cinq minutes de marche du village et un réservoir naturel, au sommet d'une falaise, à 30 minutes de distance du village, réservoir utilisé uniquement en période de grande sécheresse. Nous n'avons pas prospecté le réservoir rocheux. La mare surcreusée a un volume de 40 m³ environ en saison des pluies, se réduisant à moins de 5 m³ en saison sèche.

Le village est situé dans un région de savane boisée à baobabs (*Adansonia digitata*), nérés (*Parkia biglobosa*), kapokiers rouges (*Bombax costatum*), manguiers (*Mangifera indica*) et acacias (*Acacia caffra*). D'autres espèces s'y associent sur les pentes des collines, notamment des bouleaux d'Afrique (*Anogeissus leiocarpus*) et des faux ébéniers (*Diospyros mespiliformis*) (figure 2.4.). L'absence de couverture végétale au dessus de la mare entraîne d'importantes variations de température entre le jour et la nuit (figure 2.5.). Nous avons récolté une très grande quantité de cladocères dans le zooplancton, notamment en

Figure 2.3.

Variations saisonnières de la température de l'eau à Sozoumè et Kakatéou



saison sèche. La mare est dépourvue de poissons et de reptiles aquatiques. Les batraciens sont peu représentés.

Les prélèvements d'eau ont duré de décembre 1985 à juin 1988. L'enquête épidémiologique s'est achevée en juillet 1989.

2.2.4. SOZOUME.

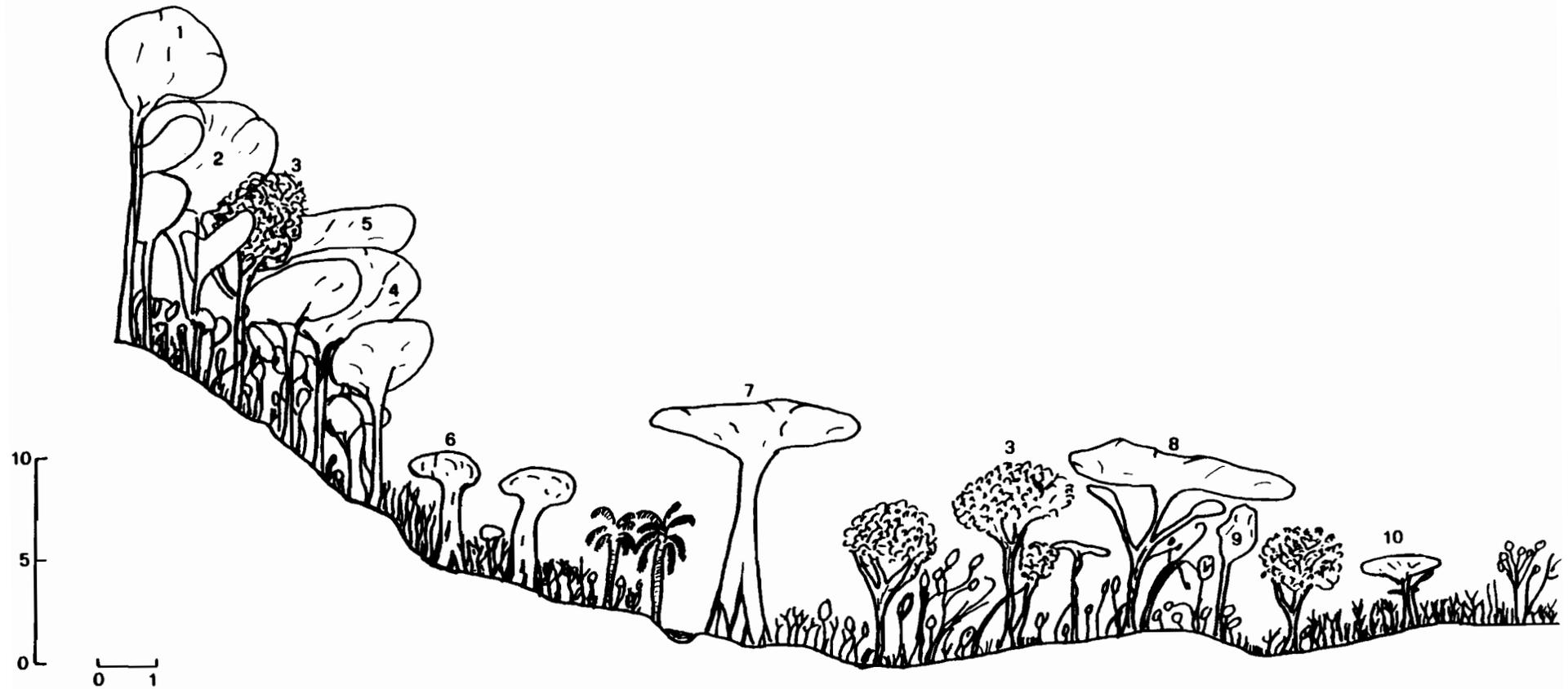
Sozoumé est une ferme de 170 résidants, répartis en 16 familles, à majorité masculine (sex ratio = 1/0,88). Les mouvements migratoires concernent autant les hommes que les femmes dans les deux sens. 85% de la population reste stable. Le taux de scolarité est de 35%, bien que l'école soit distante de 5 kilomètres.

Les villageois s'approvisionnent en eau de boisson dans des retenues de barrages naturels le long d'une rivière temporaire éloignée de deux kilomètres environ. Le volume de la principale retenue est de 500 m³ à l'arrêt du courant. L'assèchement progressif de ce réservoir se produit en trois à quatre mois. Protégée par l'épais couvert de la forêt galerie, l'eau reste fraîche en permanence (figure 2.3.). La différence de température entre le jour et la nuit n'excède pas 3°C. Chaque année en février et mars, les habitants de Sozoumé vont chercher l'eau dans des barrages artificiels construits sur la même rivière ou à des pompes, à 10 ou 15 kilomètres du village. Depuis février 1989, une pompe a été installée à Sozoumé. Elle est placée à 500 mètres du centre de la ferme.

La savane arbustive qui entoure Sozoumé est plus sèche et plus pauvre qu'à Lissa pourtant distant de moins de 30 kilomètres. Le karité (*Butyrospermum parkii*) est dominant; il est associé au dattier sauvage (*Balanites aegyptiaca*), à *Daniellia oliveri* et à *Entada africana*. A l'approche de la forêt galerie, le nombre d'espèces végétales augmente sensiblement: santals du Sénégal

Figure 2.4.

Coupe schématique de la végétation autour de Lissa (d'après un dessin d'A. Akoégninou).



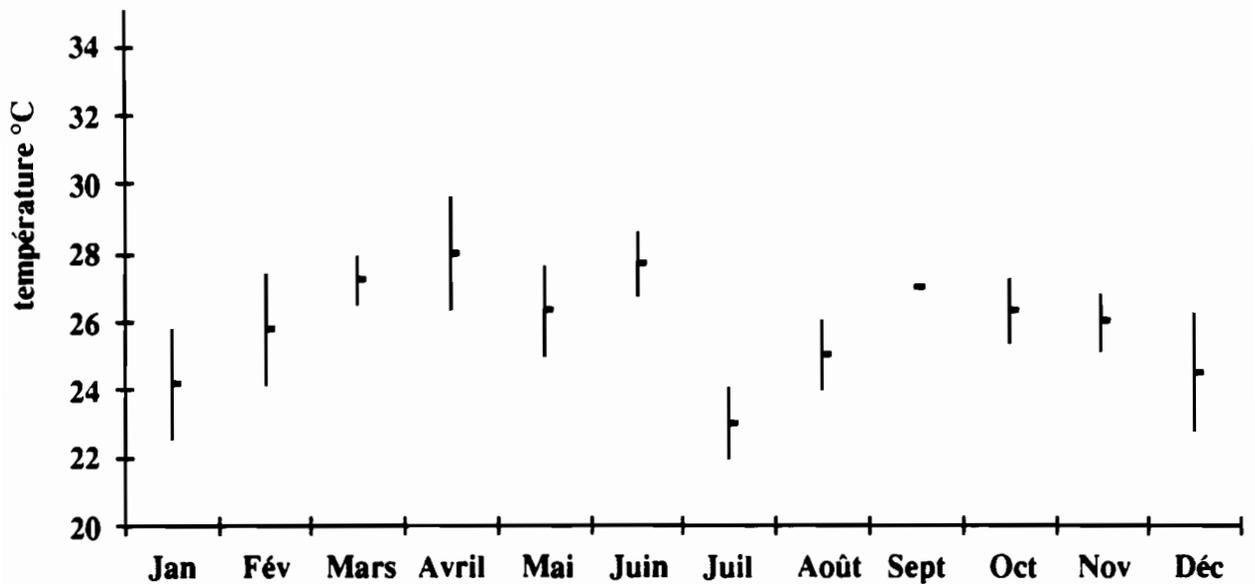
mètres

1. *Cola gigantea*
2. *Antioris africana*
3. *Anogeissus leiocarpus*
4. *Diospyros mespiliformis*
5. *Bombax costatum*

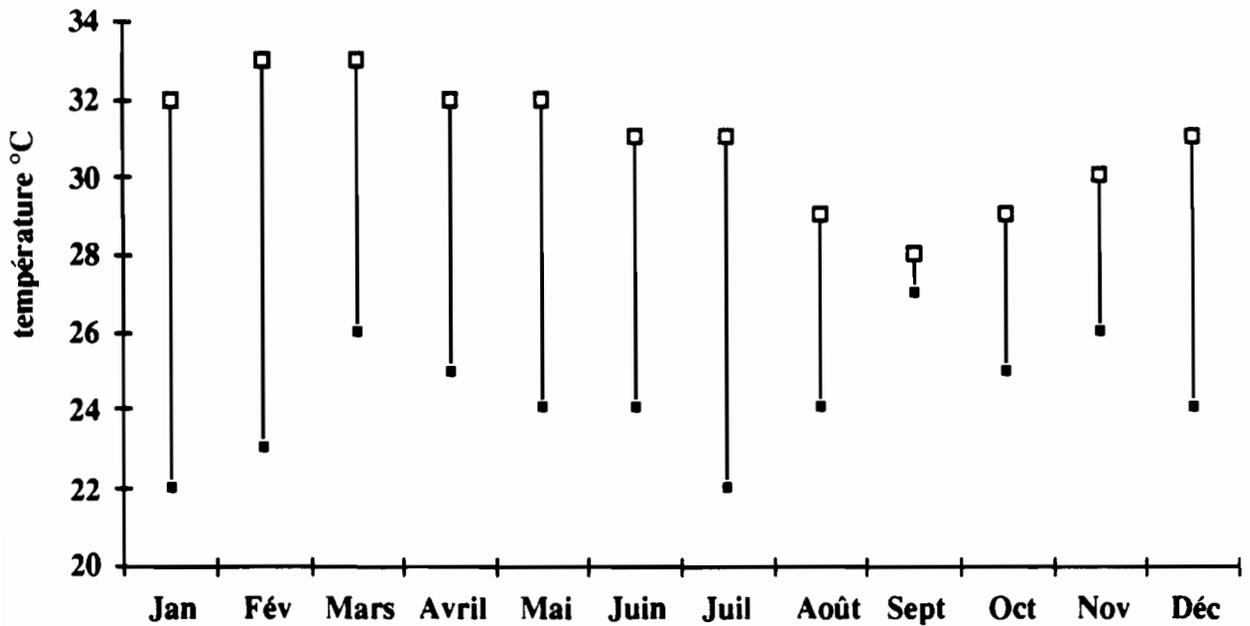
6. *Adansonia digitata*
7. *Ceiba pentandra*
8. *Acacia caffra*
9. *Lannea kertingii*
10. *Parkia biglobosa*

Figure 2.5.

Variations saisonnières de la température de la mare surcreusée de Lissa



Variation des moyennes mensuelles de température (11 h.)



Différentiel moyen mensuel des températures diurnes et nocturnes (17h./8h.)

(*Pterocarpus santalinoides*), bouleaux d'Afrique (*Anogeissus leiocarpus*), faux ébéniers (*Diospyros mespiliformis*) notamment (figure 2.6.).

Phytoplancton et zooplancton sont abondants, comme à Kakatéou, mais limités à la saison de décrue, lorsque le courant s'arrête (septembre et octobre). La rivière est poissonneuse en période de hautes eaux. Nous n'avons pas observé de reptiles aquatiques. Les batraciens sont nombreux pendant la saison des pluies.

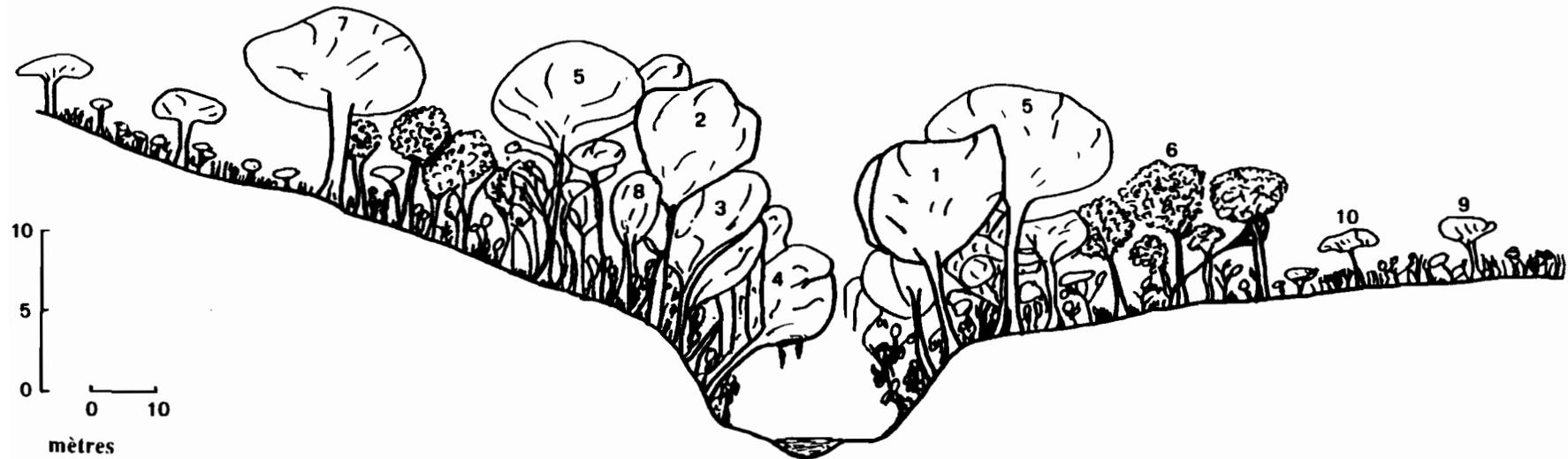
Les prélèvements d'eau ont été effectués entre septembre 1986 et juin 1988. L'enquête épidémiologique s'est arrêtée en juin 1989.

2.3. ENQUETES EPIDEMIOLOGIQUES.

Au cours du premier recensement, en septembre 1985, nous avons procédé à l'évaluation rétrospective de l'incidence de la dracunculose en 1984, par interrogatoire des habitants de chaque village. Entre septembre 1985 et juin 1989, nous avons effectué un recueil longitudinal des données épidémiologiques. Une visite hebdomadaire en saison de transmission de la dracunculose, et bimensuelle en dehors de cette période, a permis de surveiller l'ensemble de la population, de dépister les nouveaux cas, d'effectuer une observation clinique détaillée de chaque malade et de traiter les complications. Lors de chaque visite, nous procédions à l'appel de tous les villageois pour enregistrer les événements survenus au cours de la semaine écoulée. Les informations relatives aux sujets absents étaient confirmées lors d'une visite ultérieure. Aux périodes de forte prévalence, un enquêteur de l'équipe demeurait quelques jours dans le village pour compléter le questionnaire.

Figure 2.6.

Coupe schématique de la végétation autour de Sozoumè (d'après un dessin d'A. Akoégninou).



1. *Cynometra megalophylla*
2. *Manilkara multinervis*
3. *Berlinia grandiflora*
4. *Pterocarpus santalinoides*
5. *Chlorophora excelsa*

6. *Anogeissus leiocarpus*
7. *Diospyros mespiliformis*
8. *Ceiba pentandra*
9. *Daniellia oliveri*
10. *Butyrospermum parkii*

Dans cette étude, j'ai appelé cas de dracunculose, les malades porteurs d'un ou plusieurs vers de même génération que nous avons personnellement observés. Cette définition diffère de celle de l'OMS qui considère qu'un cas est une personne présentant, ou ayant présenté, une lésion cutanée avec émergence du ver de Guinée au cours de l'année écoulée (OMS, 1988a). Il nous a donc été possible de mettre en évidence plusieurs saisons de transmission et de mesurer, outre la prévalence (nombre de cas enregistrés à un instant donné), l'incidence saisonnière (total du nombre de cas observés au cours d'une saison de transmission) et l'incidence annuelle (nombre de cas survenus de septembre à août, période couvrant l'ensemble des saisons de transmission). Une émergence correspond à la rupture de la phlyctène lors de la première sortie d'une femelle de *Dracunculus medinensis* pour expulser ses embryons. La date d'émergence des vers a été relevée par interrogatoire et confirmée, à deux ou trois jours près, par l'examen clinique du malade.

2.4. ENQUETES SOCIO-ECONOMIQUES.

2.4.1. EVALUATION DE L'ACTIVITE DES MENAGES.

Tous les mois, indépendamment des enquêtes de morbidité décrites ci-dessus, un observateur séjournait une dizaine de jours à Lissa puis à Sozoumè. Les 14 ménages du quartier principal de Lissa et les 16 de Sozoumè ont fait l'objet d'une surveillance longitudinale. A l'aide d'un questionnaire standardisé, l'enquête a porté sur les outils de travail utilisés, la répartition des tâches au sein du ménage, la production agricole (produits, surfaces cultivées, traitements par pesticides ou engrais, rendements), les autres activités (commerce, élevage, chasse, artisanat, entretien des outils), les recettes et les dépenses. Un contrôle était exercé en suivant plus précisément

l'activité de l'un des membres adultes de chaque ménage, tiré au sort sur la base de notre recensement de septembre 1987.

Le nombre de journées mensuelles consacrées aux travaux agricoles a été calculé à partir des normes du calendrier agricole défini pour la Province du Zou par le Centre d'Action Régionale pour le Développement Rural du Zou (CARDER), organisme dépendant du Ministère du Développement Rural et de l'Agriculture du Bénin (M. Roesch, communication personnelle, 1987). Ces normes, basées sur une journée de 8 heures, 22 jours par mois, définissent le nombre de journées de travail annuel par hectare, pour chaque type de production. Elles ont été rapportées aux surfaces réellement cultivées que nous avons mesurées.

Les activités quotidiennes (corvées d'eau ou de bois, activités ménagères) ont été exprimées en journées actives. Le nombre total d'heures consacrées chaque jour à ces activités par l'ensemble de la population a été converti en journées de 8 heures, 30 jours par mois. Ainsi, à Lissa, 51 femmes consacrent deux heures trente par jour aux activités ménagères, ce qui se traduit par 480 journées actives par mois ($51 \times 2,5 \times 30 / 8$).

2.4.2. EVALUATION DE L'INCAPACITE ET MESURE DE L'IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE.

La visite hebdomadaire en saison de transmission a permis de s'assurer de la présence des invalides et du degré de leur incapacité classée suivant trois niveaux :

- mobilité affectée mais réduisant peu les activités agricoles;

- déplacements difficiles mais possible à l'intérieur de la concession, voire du village, permettant une activité notablement réduite (= incapacité partielle);

- mouvements impossibles, imposant l'alitement (= incapacité totale).

Nous avons, ainsi, pu mesurer la durée d'incapacité, en tenant compte de son degré, pour chaque malade, avec une précision de l'ordre de trois jours. Malgré l'effort déployé pour préciser la durée et le niveau d'incapacité, l'analyse statistique a été rendue difficile par l'extrême variation du temps d'invalidité et la subjectivité des appréciations portées par les patients sur leur état.

Tableau 2.2.: Effectifs et taux de scolarisation.

Villages	Population totale	Nombre d'enfants	% d'enfants terminant leurs études primaires
Agaga	290	106	35
Kakatéou	265	99	30
Lissa	185	72	12
Sozoumè	170	56	35

Enfin, suite à une épidémie de dracunculose observée en 1986/87, une enquête a été menée dans une sucrerie industrielle de la Province du Zou (Société Sucrière de Savé) qui emploie environ 1.450 personnes. La comptabilité et la gestion d'une entreprise permettent mieux d'appréhender le coût de la maladie.

2.4.3. EVALUATION DE L'IMPACT DE LA DRACUNCULOSE SUR LA SCOLARITE.

Cette dernière a été mesurée par deux méthodes :

- Dans les villages d'étude, le nombre de jours de classe manqués par les enfants souffrant de ver de Guinée a été obtenu en cumulant les journées mensuelles d'incapacité chez les enfants d'âge scolaire.

Nous avons constaté que la scolarisation est relativement importante: plus de 60% des enfants de six à douze ans sont inscrits en début d'année. L'éloignement de l'école, qui impose un placement de l'enfant, et les difficultés économiques, entraînent une baisse importante de l'effectif scolaire en cours d'année. Il ne m'a pas toujours été possible d'en tenir compte, donc de déterminer avec précision le rôle joué par la dracunculose dans l'abandon de l'école (tableau 2.2.).

- Au cours de l'année scolaire 1987-1988, une enquête nationale, sous l'égide du Ministère des Enseignements maternels et de base de la République du Bénin et de l'UNICEF, a été menée dans les 2.840 écoles de base du territoire national (écoles de niveau primaire) comprenant près de 225.000 élèves. Pendant la même semaine, se situant en fin de saison de transmission (avril 1988), donc en période de prévalence maximale, un questionnaire a été rempli par chaque instituteur avec le concours des élèves. L'effectif des élèves présents ce jour-là était mentionné, ainsi que celui des absents à cause de la dracunculose. Par ailleurs, le nombre d'enfants présentant une lésion dracunculienne typique (émergence du ver) le jour de l'enquête et le nombre de ceux ayant présenté cette affection depuis le début de l'année scolaire, devaient être précisés.

2.4.4. ENQUETE SUR LA CONSOMMATION D'EAU ET LE CHOIX DES SOURCES D'EAU DE BOISSON.

Cette enquête a eu lieu à Lissa et Sozoumè. Un enquêteur a été posté à côté de chaque point d'eau pour identifier les personnes venant se servir, noter l'heure, le degré et le temps de contact avec l'eau, le volume transporté et l'utilisation prévue. Le moment de l'observation et sa durée ont été fixés de façon aléatoire, sans prévenir la population. Un total de sept journées d'enquêtes à Lissa et huit à Sozoumè ont permis d'évaluer la consommation moyenne d'eau et les principales caractéristiques de l'approvisionnement en eau. A Sozoumè, les

modalités d'approvisionnement à la pompe installée quatre mois auparavant ont été observées pendant une période correspondant à 3 journées.

2.5. ENQUETES LIMNOLOGIQUES.

Les points d'eau de surface utilisés par les villageois pour leur approvisionnement en eau de boisson ont été recensés au cours de la saison des pluies (juin et juillet 1985).

Au cours de l'enquête, à chaque visite dans les villages, deux prélèvements d'eau ont été effectués dans la principale source d'eau. A l'aide d'un seau gradué, dix litres sont puisés rapidement. L'eau est immédiatement filtrée à travers un tamis en tergal de moins de 0,1 mm de vide de maille. Le liquide filtré servira aux analyses chimiques. Le contenu du filtre est transvasé dans un flacon.

Le premier prélèvement permet la mesure de la densité des cyclopidés. Le second sert à la recherche d'une infection naturelle.

2.5.1. ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DE L'EAU.

Sur le terrain, la température, le pH, la conductivité et l'oxygène dissous ont été relevés à l'aide d'appareils de mesure portatifs. Au laboratoire, l'analyse chimique des échantillons d'eau a permis de doser le potassium, le sodium, le calcium, le magnésium, la silice, les chlorures et les carbonates. A partir des concentrations ioniques, nous avons calculé la constante de déséquilibre kaolinites/smectites selon la formule,

$$D_{K/S} = \frac{[K^+] + [Na^+] + [Ca^{++}] + [Mg^{++}]}{[H^+] \log [H_4SiO_4]}$$

Ce rapport définit l'état d'équilibre des solutions aqueuses en fonction des états d'altération des roches traversées (Lenoir, 1978).

En première approximation, les eaux courantes superficielles ont tendance à être en équilibre avec des argiles du type kaolinites. Les concentrations en silice et cations y sont relativement faibles, avec un pH légèrement acide. En revanche, les formations mal drainées orientent la composition chimique vers un équilibre avec des argiles différentes, du type des montmorillonites ou d'autres variétés en feuillets à trois couches de 14\AA , que l'on regroupe sous l'appellation "smectites". Ces minéraux impliquent souvent des concentrations beaucoup plus élevées en silice et cations, ainsi qu'un pH à tendance basique. En pratique, l'indice de déséquilibre $D_{K/S}$ permet de situer l'échantillon d'eau par rapport à l'équilibre entre la kaolinite et les smectites et de caractériser son degré de confinement.

Des prélèvements ont été faits, selon un transect sud-nord d'environ 200 kilomètres à travers la région hyperendémique, dans 48 sites, en plus des points d'eau retenus dans les villages d'étude. De plus, à Agaga, Lissa et Kakatéou, nous avons recherché les variations saisonnières de l'état d'équilibre K/S.

2.5.2. MESURE DE LA DENSITE DES CYCLOPIDES.

Le premier échantillon est fixé, sur le terrain, dans du formol à 3% tamponné avec du bicarbonate de soude. Au laboratoire, les cyclopidés sont dénombrés par stade de développement (nauplies, copépodites et adultes), sexe et espèce. L'identification des femelles a été faite en suivant les critères d'identification décrits par Steib (1985), qui sont détaillés au chapitre 4. L'identification des mâles est plus complexe et, en l'absence de clé de détermination, nous nous sommes le plus souvent arrêtés

au genre. Les stades copépodite et nauplie n'ont pas fait l'objet de détermination spécifique ni générique.

Les résultats sont exprimés en nombre d'individus pour 10 litres d'eau. Nous avons calculé la moyenne des deux à cinq prélèvements mensuels effectués dans chacun des points d'eau explorés au cours de cette étude.

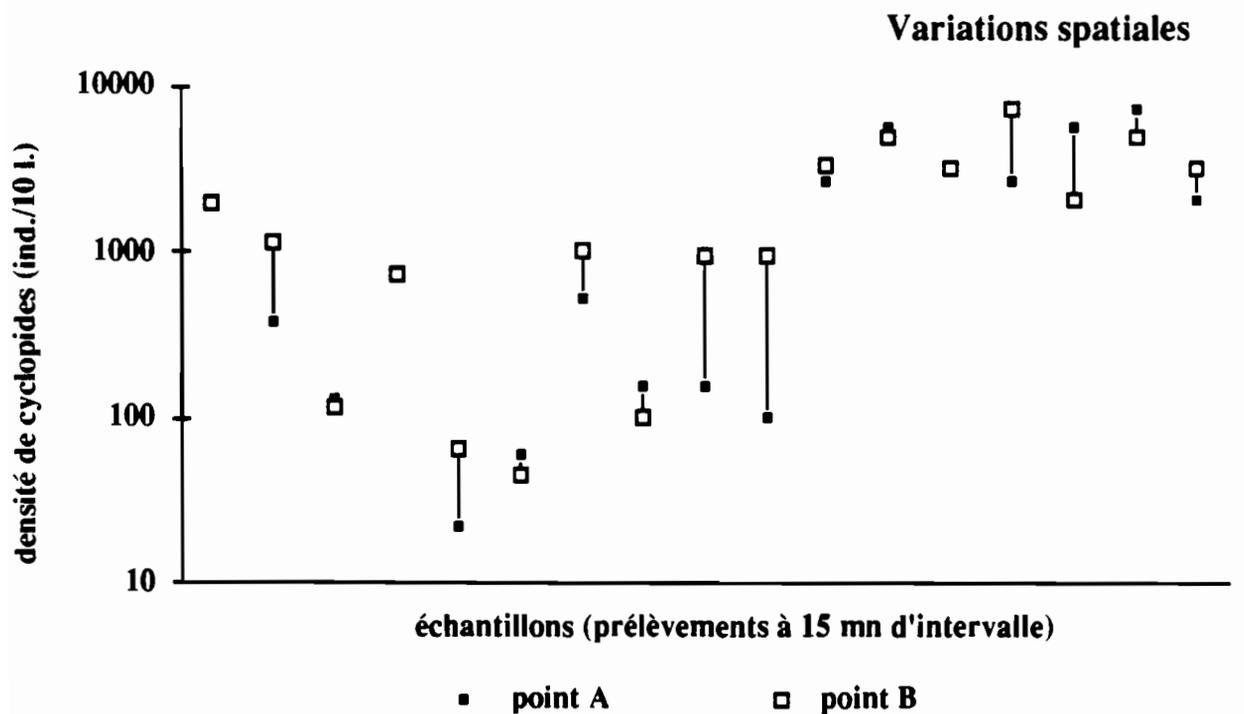
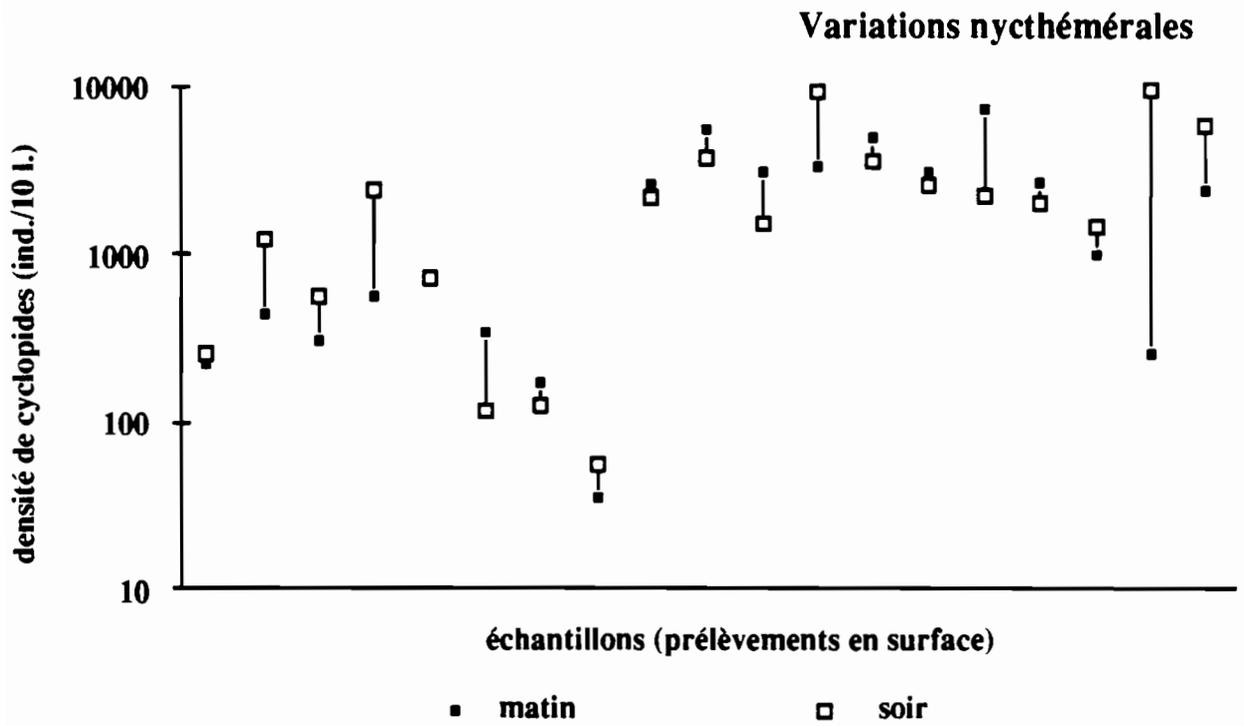
Les fluctuations d'échantillonnage sont difficiles à apprécier. Même dans une petite mare peu profonde, il est probable que la distribution des cyclopidés n'est pas aléatoire. Aucune approche de ce problème ne nous a donné entière satisfaction. Des variations nyctémérales de la densité de cyclopidés en surface, liées à des migrations verticales, ont été décrites par Onabimiro (1952) au sud-ouest du Nigéria. Dans la même région, avec la même espèce (*Thermocyclops oblongatus*) et dans une mare d'aspect similaire, nous n'avons pas observé ce phénomène. Les faibles variations verticales de densité que nous avons mises en évidence sont du même ordre de grandeur que celles enregistrées au même instant en deux points de surface éloignés (figure 2.7.).

Afin de réduire les fluctuations d'échantillonnages, nous avons utilisé le logarithme de la moyenne des densités.

2.5.3. EVALUATION DE L'INFECTION NATURELLE.

Le second échantillon est ramené au laboratoire, dans 50 ml d'eau de mare. Il est transféré dans une boîte de pétri. Les cyclopidés sont anesthésiés et examinés individuellement par transillumination à la loupe au grossissement x24, à la recherche d'une infection naturelle. Plusieurs types d'anesthésies ont été essayées: refroidissement à 4°C pendant quelques heures (Onabimiro, 1950), solution saline à pH acide (Steib and Meyer, 1988), solution de MS 222® (Sandoz) à 3% (Steib, communication personnelle). Nous avons expérimenté une technique plus simple qui nous a donné entièrement satisfaction.

Figure 2.7.
Variations de la densité de cyclopides
selon l'échantillonnage



L'anesthésie est obtenue avec 3 ml d'éthanol à 95° pour 25 ml d'eau. Ceci immobilise les cyclopidés en quelques secondes et provoque des mouvements désordonnés des larves de *Dracunculus* qui deviennent ainsi parfaitement visibles dans la cavité générale. En cas d'infection, le cyclopide est isolé et disséqué pour permettre sa détermination. Le stade larvaire du parasite est également précisé.

2.5.4. ESSAI D'INFECTION EXPERIMENTALE.

Les embryons de *D. medinensis* ont été prélevés sur les malades que nous examinons et recueillés dans des tubes contenant un ml d'eau filtrée. Au laboratoire, les embryons ont été transvasés dans des boîtes de pétri et mis en présence de cyclopidés provenant de mares de villages indemnes de dracunculose. L'un d'eux (Toffo) a été choisi dans la Province de l'Atlantique à proximité d'Agaga, l'autre (Logozohè) se trouve dans le Zou, entre Lissa et Sozoumè.

Deux séries d'essais ont été effectuées. Dans la première, environ 2.500 larves de *D. medinensis* ont été mises en présence d'une centaine de cyclopidés. Dans la seconde, 250 larves ont été placées avec une centaine de cyclopidés. Les cyclopidés ont été quotidiennement examinés et nourris avec une solution contenant des algues et des infusoires. Les cyclopidés morts ont été retirés et identifiés. Un témoin a été constitué pour chaque essai.

2.5.5. PRELEVEMENTS DE TERRE.

En saison sèche, nous avons retrouvé l'emplacement des mares asséchées et prélevé de la terre en vue d'isoler et d'identifier les cyclopidés en diapause. Seize mares ont été explorées.

Tous les prélèvements ont été pratiqués à l'aide d'un gabarit parallélépipédique en tôle d'une capacité d'un litre. Le gabarit

est enfoncé dans le sol par sa base ouverte jusqu'au fond, ce qui correspond à une épaisseur de cinq centimètres de terre. La terre est déposée dans un sac plastique fermé à l'aide d'une ficelle. Les prélèvements ont été stockés au laboratoire pendant quelques jours avant d'être traités.

Dans chaque mare, nous avons effectué des récoltes à différents niveaux de profondeur dans le flanc (8 prélèvements) et le fond (64 prélèvements) de la mare. Douze mares ont fait l'objet d'échantillonnages systématiques: une strate sur deux a été recueillie en commençant par la couche superficielle (0-5 cm) dans six mares et par la deuxième couche (5-10 cm) dans les six autres. Les quatre autres mares ont fait l'objet d'un seul sondage vertical. Lorsque cela a été possible, nous avons mesuré sur le terrain la température du sol, son degré d'hygrométrie et son pH.

La terre contenue dans le sac est versée dans un seau en plastique alimentaire. Trois litres d'eau de ville, filtrée sur cartouche de porcelaine et déchlorée par stockage pendant trois semaines, sont ajoutés; le seau est recouvert d'une moustiquaire pour éviter une ponte de moustique. Trente minutes après la mise en eau de l'échantillon, l'eau du seau est filtrée sur un tamis de soie à bluter synthétique de 0,1 mm de vide de maille. L'eau est immédiatement remise dans le seau. Les cyclopidés sont dénombrés, leur stade de développement identifié et ils sont replacés vivants dans le seau. Cette opération est renouvelée toutes les heures de la journée pendant les deux premiers jours de l'expérience, puis trois fois par jour au cours des vingt jours suivants. Dès l'apparition d'une nouvelle génération de nauplies, l'expérience est arrêtée et les adultes présents dans l'eau sont fixés au formol à 5% pour être déterminés.

2.6. LUTTE CONTRE LA DRACUNCULOSE.

2.6.1. CHIMIOTHERAPIE.

2.6.1.1. Thiabendazole.

Un essai de traitement par le thiabendazole a été mené à Lissa; il avait pour objectif d'évaluer ses effets curatif et prophylactique sur *D. medinensis*. Le thiabendazole a été acheté chez IDA (Amsterdam, Pays Bas) en comprimés de 500 mg. Tous les villageois volontaires de plus de six ans ont reçu 50 mg.kg^{-1} en une seule prise, sans dépasser la dose de 1.500 mg. Les comprimés ont été mâchés devant nous, avant d'être avalés avec un peu d'eau. Les effets secondaires ont été observés pendant 48 heures. Le suivi épidémiologique de la population a été effectué selon le protocole de surveillance de l'étude (passage hebdomadaire pendant toute la saison de transmission).

Le traitement a été effectué fin janvier 1988 entre deux saisons de transmission. Ainsi, il a été possible d'évaluer les effets du thiabendazole sur les vers adultes, environ deux mois avant l'émergence de la femelle, et sur les vers immatures, ingérés deux mois auparavant. Nous avons regroupé les observations en fonction de la prise de thiabendazole par rapport aux périodes d'émergence. Celles-ci ont été appelées 87 précoces, pour les émergences observées entre octobre et décembre 1987, 87 tardives, pour celles de mars à mai 1988, 88 précoces pour celles du dernier trimestre 1988 et 88 tardives pour les émergences de mars à mai 1989.

2.6.1.2. Mébendazole.

Un essai de traitement par le mébendazole a été conduit dans les quatre villages d'étude. Certains malades, enfants comme adultes, ont été tirés au sort dans la proportion d'un sujet sur sept environ, au début de chaque saison d'émergence à partir de 1987. Ils ont reçu 40 mg.kg^{-1} de mébendazole cinq jours par semaine pendant toute la durée de la maladie. La surveillance

des effets secondaires et de l'évolution a été identique pour les deux groupes.

2.6.2. LUTTE ANTIVECTORIELLE.

Le choix des composés dont le titrage a été effectué *in vitro* n'a pas été dicté, à ce stade de l'expérimentation, par leur absence de toxicité pour les mammifères, ni par leur utilisation potentielle dans l'eau de boisson. L'objectif était surtout de déterminer la sensibilité des cyclopidés à différentes molécules et de la comparer à celle connue pour d'autres arthropodes.

2.6.2.1. Les cyclopidés.

Ils ont été récoltés dans une mare naturelle d'un village endémique de la région. Les cyclopidés ramenés au laboratoire ont été isolés dans un aquarium. L'eau, provenant de la même mare, après une filtration soignée, a été aérée 8 à 10 heures par jour pendant la durée de l'expérience. L'identification des cyclopidés, effectuée à la fin de chaque essai a montré qu'il s'agissait de *Thermocyclops oblongatus*, l'un des principaux hôtes intermédiaires au Bénin.

2.6.2.2. Les tests de sensibilité.

Ils ont été menés sur des adultes ou des copépodites de stade V, isolés des autres par filtration sur tamis de soie à bluter. Les cyclopidés ont été aspirés à l'aide d'une pipette pasteur effilée et déposés dans un gobelet jetable par lot de trente individus environ. 200 ml d'eau du bassin d'origine sont rajoutés dans chaque gobelet après filtration, ce qui a pour but d'éliminer les gros éléments du plancton et de laisser passer la plupart des protozoaires qui serviront de nourriture. Seule cette eau nous a permis d'obtenir des témoins dont la mortalité restait inférieure à 10%.

Chaque lot de cyclopidés a été placé en contact avec les différentes concentrations de composés étudiés:

- pendant 1 heure, pour les antiseptiques utilisables en traitement ménager (chloramine T, chloroxylénol, niclosamide, permanganate de potassium);

- pendant 24 heures, pour les insecticides ou antiseptiques utilisables en traitement collectif (alphacyperméthrine, *Bacillus thurengiensis* H14, chloroxylénol, cyflutrène, deltaméthrine, niclosamide, téméphos et zirame).

A la fin de la période de contact, le contenu du gobelet a été tamisé et les cyclopidés déposés dans une boîte de pétri. Le dénombrement des morts et des vivants a été effectué sous la loupe binoculaire et l'identification spécifique des individus, qui réclame une dissection, est faite à cette occasion.

Les essais ont été réalisés avec des formulations commercialisées au Bénin. Trois à cinq séries d'essais ont permis d'établir une toxicité moyenne.

2.6.2.3. Essais biologiques de rémanence.

Nous avons utilisé la toxicité du téméphos pour les larves d'une souche d'*Aedes aegypti*, récoltée à Ouidah, et entretenue au laboratoire depuis de nombreuses générations. La vérification de la DL₅₀ spécifique de cette souche a été vérifiée au début et à la fin de l'étude.

Avant le traitement de la mare, un titrage préliminaire a permis de montrer l'absence de composé toxique dans l'eau.

Après le traitement, des échantillons ont été prélevés aux deux extrémités de la mare, tous les deux jours, dans des flacons en verre. L'eau de chaque échantillon a été testée pure, puis diluée au 1/2, 1/4, 1/5, 1/10, 1/50, 1/100, 1/200, 1/400, 1/500, 1/1000, avec les larves d'*A. aegypti*. La mortalité à la 24^{ème} heure est notée en échelle Log/Probit. La lecture de la dilution correspondant à la DL₅₀ est immédiate et peut être convertie en mg.l⁻¹. Deux témoins ont été effectués, avec l'eau d'une mare non traitée, et avec l'eau servant aux dilutions.

L'essai a été étalonné par dosage du téméphos résiduel en chromatographie en phase liquide à haut pouvoir de résolution (=HPLC) (Chippaux et Coustard, sous presse: figures 2.8. et 2.9.).

2.6.2.4. Test d'efficacité.

Il consiste à mesurer la mortalité des cyclopidés au cours des jours et des semaines qui suivent le traitement d'une mare avec un cyclopicide. La densité de cyclopidés est mesurée comme indiqué au paragraphe 2.5.1. avant le traitement de la mare, puis après celui-ci à intervalles de temps variables.

Figure 2.8.

Comparaison entre le dosage de téméphos (EC 200) par HPLC et par test biologique

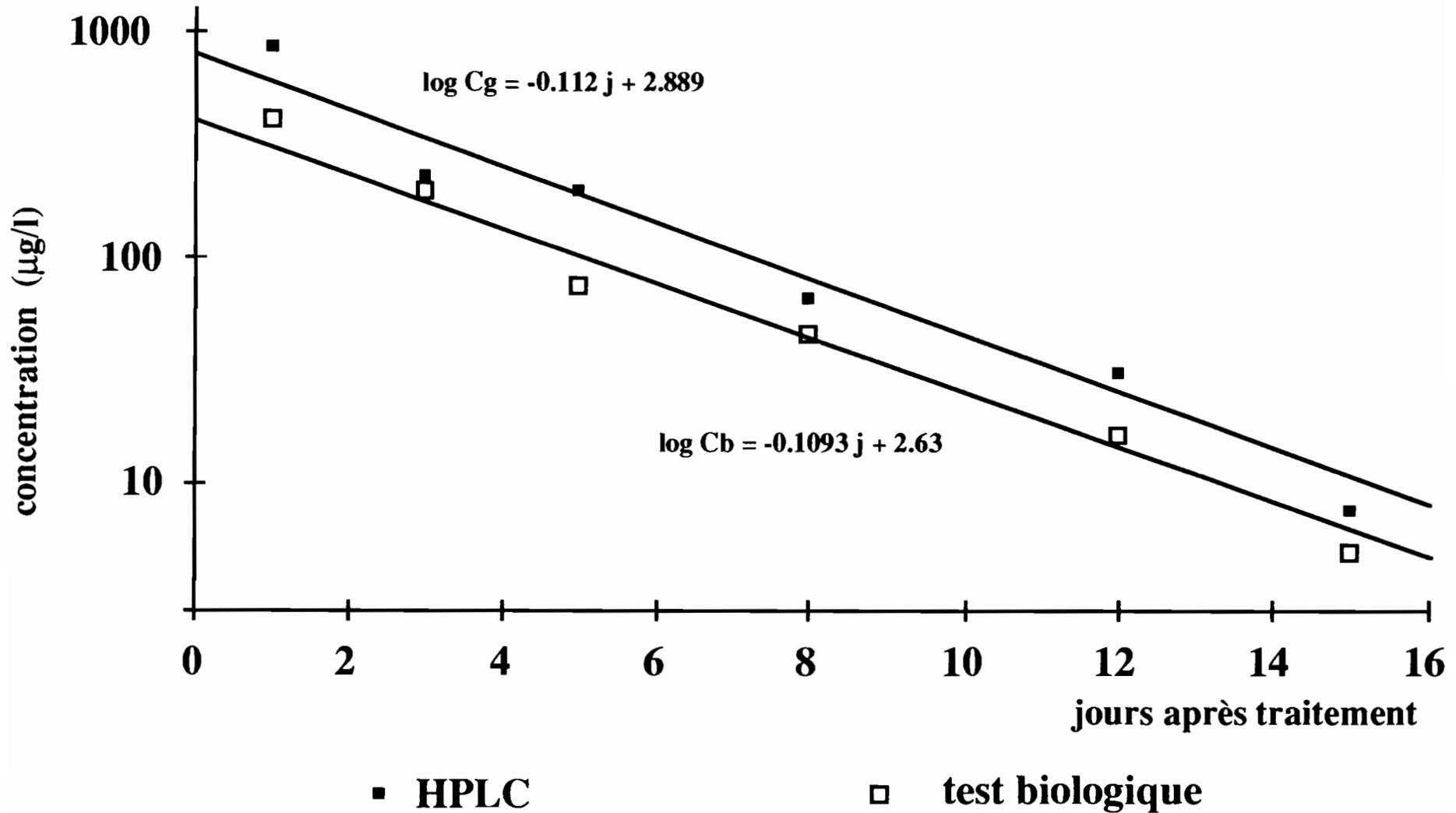
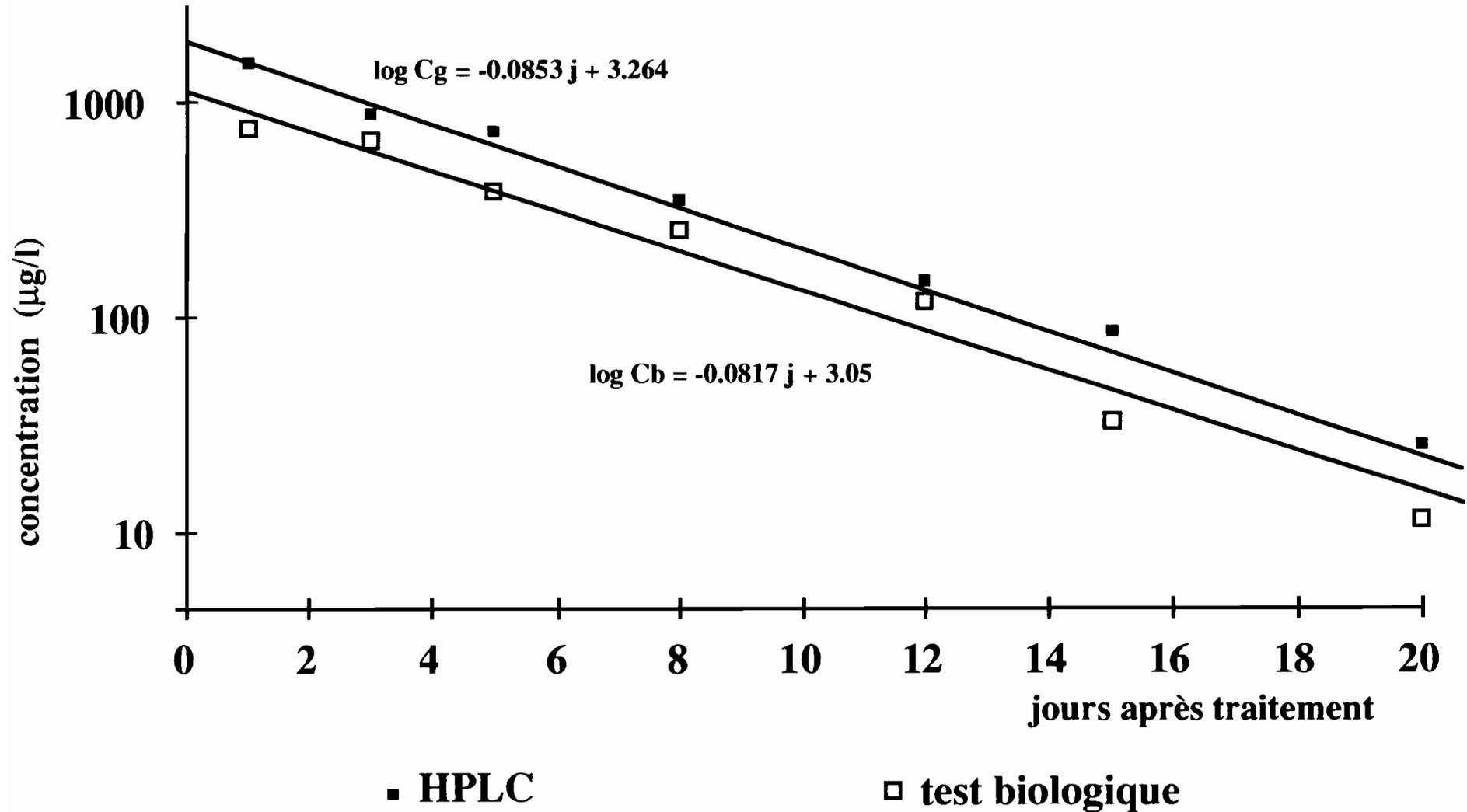
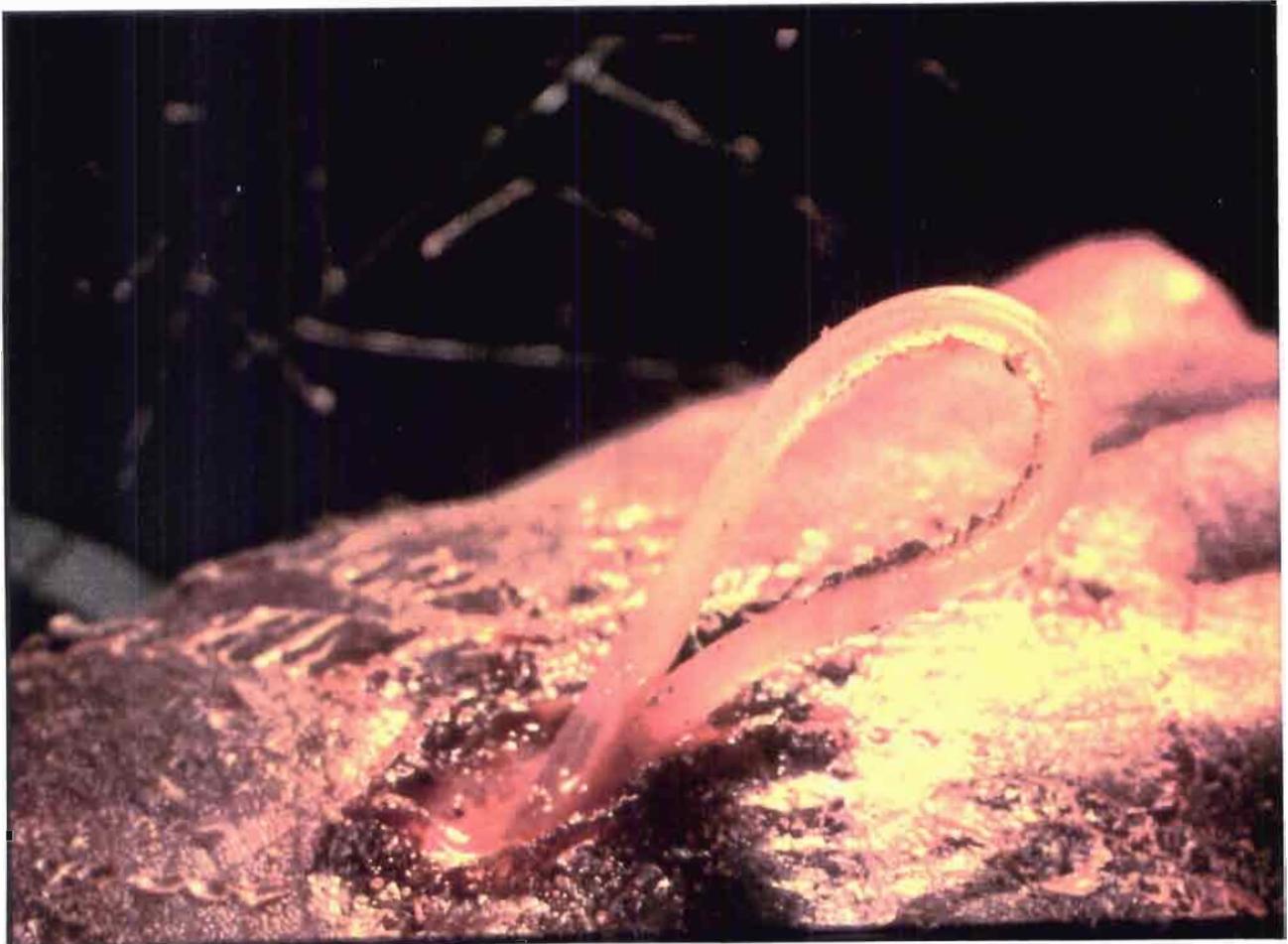


Figure 2.9.

Comparaison entre le dosage de téméphos (GR 5) par HPLC et par test biologique



CHAPITRE 3.
PARASITOLOGIE.



Photographie Daniel Heuclin

LAMAH T.N., FRANZ M., MELHORN H. et CHIPPAUX J.-P.- Etude ultrastructurale de la femelle adulte de *Dracunculus medinensis* et de ses larves de 1^{er} stade de développement (L1). *Annales des Sciences Naturelles, Zoologie*, 1989, 13^{ème} série, 10: 145-153.

3.1. MORPHOLOGIE DU PARASITE.

Dracunculus medinensis est un nématode appartenant à la famille des *Dracunculidae*, voisine de celle des *Filariidae*.

3.1.1. ADULTES.

3.1.1.1. Femelle.

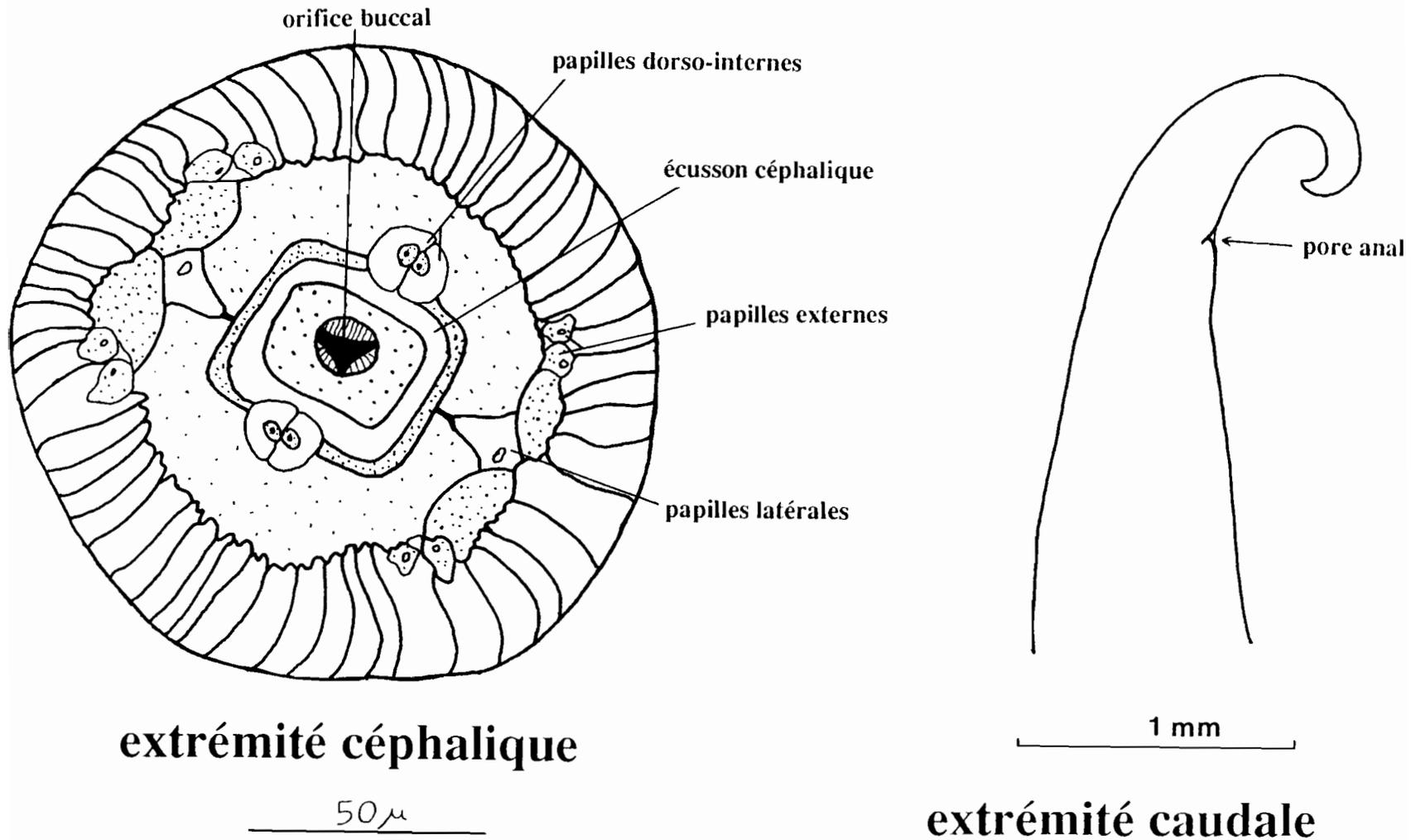
La femelle mature mesure entre 320 et 1.200 mm, taille maximale signalée par Joubert (*in* Bartet, 1909). Muller (1971a) mentionne des dimensions plus réduites, comprises entre 550 et 800 mm chez l'homme, et toujours inférieures à 600 mm chez l'animal infecté expérimentalement. Le diamètre du corps est de 2 mm en moyenne (1,7 à 2,1 mm). Le diamètre du parasite obtenu par transmission expérimentale est de 1 à 1,2 mm. Avant l'expulsion des embryons, le corps de la femelle est rond, ferme et rose translucide. Il blanchit rapidement, puis s'affaisse pour prendre l'aspect d'un ruban laiteux.

Un écusson céphalique se trouve à l'extrémité antérieure. Il porte un orifice buccal triangulaire entouré de quatre papilles sensorielles internes et de huit papilles externes. L'extrémité caudale est tronconique, courte (1 ou 2 mm environ), et recourbée en hameçon (figure 3.1.).

La vulve s'ouvre à la moitié du corps et n'est pas fonctionnelle chez la femelle mature. L'utérus est double, constitué d'une branche antérieure et d'une branche postérieure. Il occupe l'essentiel du corps de la femelle, repoussant les ovaires atrophiés et le tube digestif. Ce dernier, écrasé contre la paroi, n'est pas fonctionnel et en voie de dégénérescence (Lamah *et al.*, 1989). L'utérus contient deux ou trois millions d'embryons. Selon Muller (1971a), plus de 500.000 embryons peuvent être expulsés, lors de la première contraction après la rupture de la phlyctène.

Figure 3.1.

Morphologie de la femelle de *D. medinensis*



3.1.1.2. Mâles.

Le mâle mesure entre 20 et 40 mm de long. L'extrémité antérieure est semblable à celle décrite chez la femelle. L'extrémité caudale, également recourbée en hameçon, porte des papilles génitales. On a longtemps considéré que le mâle mourait et était détruit après l'accouplement, qui a lieu peu de temps après l'infection. A la suite d'infections expérimentales du chien, les mâles étaient retrouvés dans la cavité abdominales jusqu'à six mois après l'infection (Moorthy, 1937). En se fondant sur les descriptions d'infections expérimentales du furet (*Mustela putorius furo*) par *D. insignis*, espèce voisine de *D. medinensis*, on peut penser que la survie du mâle est au moins égale à celle de la femelle (Brandt and Eberhard, 1990b). Les mâles pourraient ainsi parvenir à la saison de transmission suivante et féconder des femelles d'une génération plus jeune.

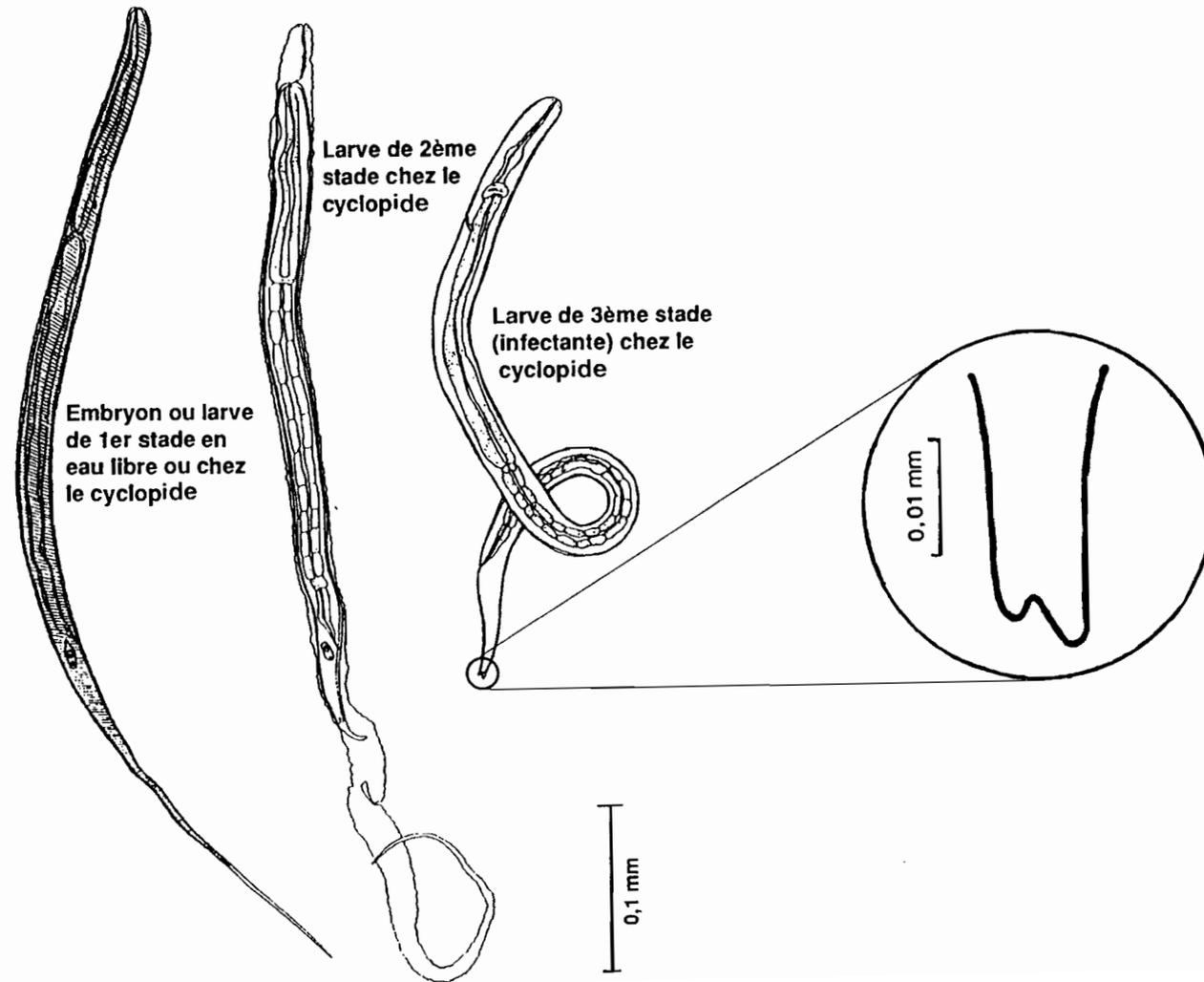
3.1.2. EMBRYONS ET LARVES.

Les embryons, ou larves de premier stade, mesurent entre 550 et 750 μm de longueur et 20 μm de diamètre. L'extrémité caudale longue et effilée est caractéristique (figure 3.2.). L'embryon est très résistant. Il nage plusieurs jours dans l'eau douce. Forbes, selon Bartet (1909), en a conservé vivants pendant 20 jours dans de la terre humide. Cette observation, reprise par Manson (1905), n'a pas été confirmée par Roubaud (1913). Il supporte la congélation (Bandyopadhyay and Chowdhury, 1965), à condition qu'elle soit progressive (Muller, 1970b). En revanche, la dessiccation le tue immédiatement.

Considéré comme une proie, l'embryon est avalé par un cyclopede.

Figure 3.2.

Les trois stades larvaires de *D. medinensis*



Il traverse rapidement la paroi stomacale du cycloptide, en six à vingt-quatre heures (Roubaud, 1913), probablement grâce à un important dispositif enzymatique (Sita Devi *et al.*, 1969b). La transformation en larve de stade 2, puis en larve de stade 3, s'effectue par mues successives dans la cavité générale du cycloptide. La durée de l'évolution, en moyenne de deux semaines, semble dépendre essentiellement de la température.

Les larves du troisième stade sont caractéristiques. Elles sont plus trapues (240 à 608 μm de long) et ont une extrémité postérieure bifide (figure 3.2.).

3.2. MIGRATION CHEZ L'HOTE DEFINITIF.

Le cycloptide infecté, absorbé avec l'eau de boisson, meurt dans l'estomac et est détruit par le suc digestif. La larve de stade 3, infectante, pénètre activement dans la paroi duodénale qu'elle traverse en 12 à 24 heures (Muller, 1968a, 1968b). Elle circule dans les mésentères abdominaux pendant les deux semaines suivantes pour parvenir aux muscles thoraciques et abdominaux vers le quinzième jour. La taille des larves reste constante au cours de cette migration préliminaire. Elles gagnent les régions axillaires et inguinales à travers le tissu conjonctif. C'est là que s'effectuera l'accouplement. Selon Pardanani and Khotari (1971), dans les conditions naturelles, la fertilisation des oeufs pourrait s'effectuer pendant plusieurs mois. Dans les conditions expérimentales, elle serait synchrone et relativement précoce: dès le troisième mois, les femelles étaient fécondées (Moorthy, 1937; Muller, 1971a; Onabamiro, 1956c). La femelle, probablement vers le septième mois, va migrer, toujours à travers le tissu cellulaire sous-cutané, vers le siège de son émergence. L'émergence a lieu 10 à 13 mois après l'infection.

Lorsque les embryons sont parvenus à terme, la femelle creuse, à travers la peau de son hôte, un ulcère clos par une phlyctène. La sortie des embryons est provoquée par le contact de l'eau froide. Selon Manson (1905), l'utérus, n'étant pas constitué de

fibres musculaires, se trouve incapable d'assurer seul l'expulsion des embryons, d'autant que la vulve, comprimée par la masse utérine elle-même, est obstruée. Il semble que la contraction des téguments du ver, au contact de l'eau entraîne, un prolapsus utérin qui permet l'expulsion des embryons. L'orifice par lequel sont libérés les embryons est controversé. Pour Manson (1905), il s'agirait de la bouche, alors que pour Leiper (1907) c'est un orifice distinct qu'il considère comme pouvant être la vulve. Il n'est pas impossible que le prolapsus emprunte une voie traumatique, qu'il s'agisse d'une rupture de la cuticule ou d'un passage forcé à travers un point faible du tégument. Après l'expulsion des embryons dans le milieu extérieur, la femelle se rétracte. Un nouveau contact de la peau de l'hôte avec l'eau provoquera l'émission d'autres embryons. La quantité d'embryons émis décroît de façon géométrique.

Après leur expulsion, les embryons ou larves de premier stade vont nager librement dans l'eau avant d'être, à leur tour, avalés par un cyclopite.

3.3. RESERVOIR ANIMAL.

Bien que de nombreux mammifères puissent être expérimentalement infectés par *D. medinensis*, l'existence d'un réservoir animal naturel de la dracunculose n'a jamais été démontrée. La systématique complexe du genre *Dracunculus* (Crites, 1963) et les nombreuses variations morphologiques ne permettent pas une prise de position catégorique.

Dans le Nouveau Monde, où la dracunculose humaine a été importée avec la traite des noirs, *D. insignis*, dans l'hémisphère nord et *D. fuellebornius*, dans l'hémisphère sud, sont endémiques chez les mammifères sauvages. Ces espèces sont distinctes morphologiquement de *D. medinensis* (Muller, 1971a), bien que très difficiles à différencier les unes des autres, même par un spécialiste (Beverly-Burton and Crichton, 1973; Beverly-Burton and Crichton, 1976). Chez les serpents, l'infection par une

dizaine d'espèces de *Dracunculus* est commune et se rencontre sur tous les continents.

En dehors de la zone d'endémie, il existe des descriptions d'infection animale: cheval, chien et chat en Chine (Hsü and Wyatt, 1933; Hsu and Li, 1981), léopard en Rhodésie (Leiper, 1910). De même, chez l'homme, il a été rapporté quelques cas d'infection par des vers identifiés comme *D. medinensis*. En Amérique, depuis la fin de la traite des esclaves, tous les cas décrits sont importés ou relèvent d'une erreur d'identification (Chitwood, 1933). Ailleurs, notamment en Corée (Hashikura, 1927) et au Japon (Kobayashi *et al.*, 1986), deux patients pourraient avoir été infectés par *D. medinensis* ou par des espèces très voisines capables d'infecter l'homme dans des circonstances exceptionnelles.

3.4. CYCLE PARASITAIRE.

Le cycle est schématisé sur la figure 3.3. Cette représentation tient compte des durées de développement très différentes entre hôte définitif et hôte intermédiaire. Par ailleurs, elle permet d'identifier les circonstances favorisant la transmission.

* Le contact direct avec l'eau est indispensable. Il concerne surtout le lieu d'émergence situé, le plus souvent, au membre inférieur.

* La présence simultanée, avec un intervalle maximum de deux semaines, de l'hôte définitif (homme malade) et de l'hôte intermédiaire (cyclopid) est évidemment fondamentale.

La détermination du nombre de malades suffisant pour propager l'infection, ainsi que la densité des hôtes intermédiaires et les espèces capables de pérenniser l'endémie font l'objet d'une partie de ce travail.

* Le développement de larves chez l'hôte intermédiaire requiert en moyenne deux semaines.

* La consommation de l'eau hébergeant des cyclopidés infectés est essentielle.

* La maturation du ver chez l'hôte définitif dure toute une année. Elle est silencieuse et, nous le verrons, semble échapper à toute ressource prophylactique ou thérapeutique.

1 à
3
sem.

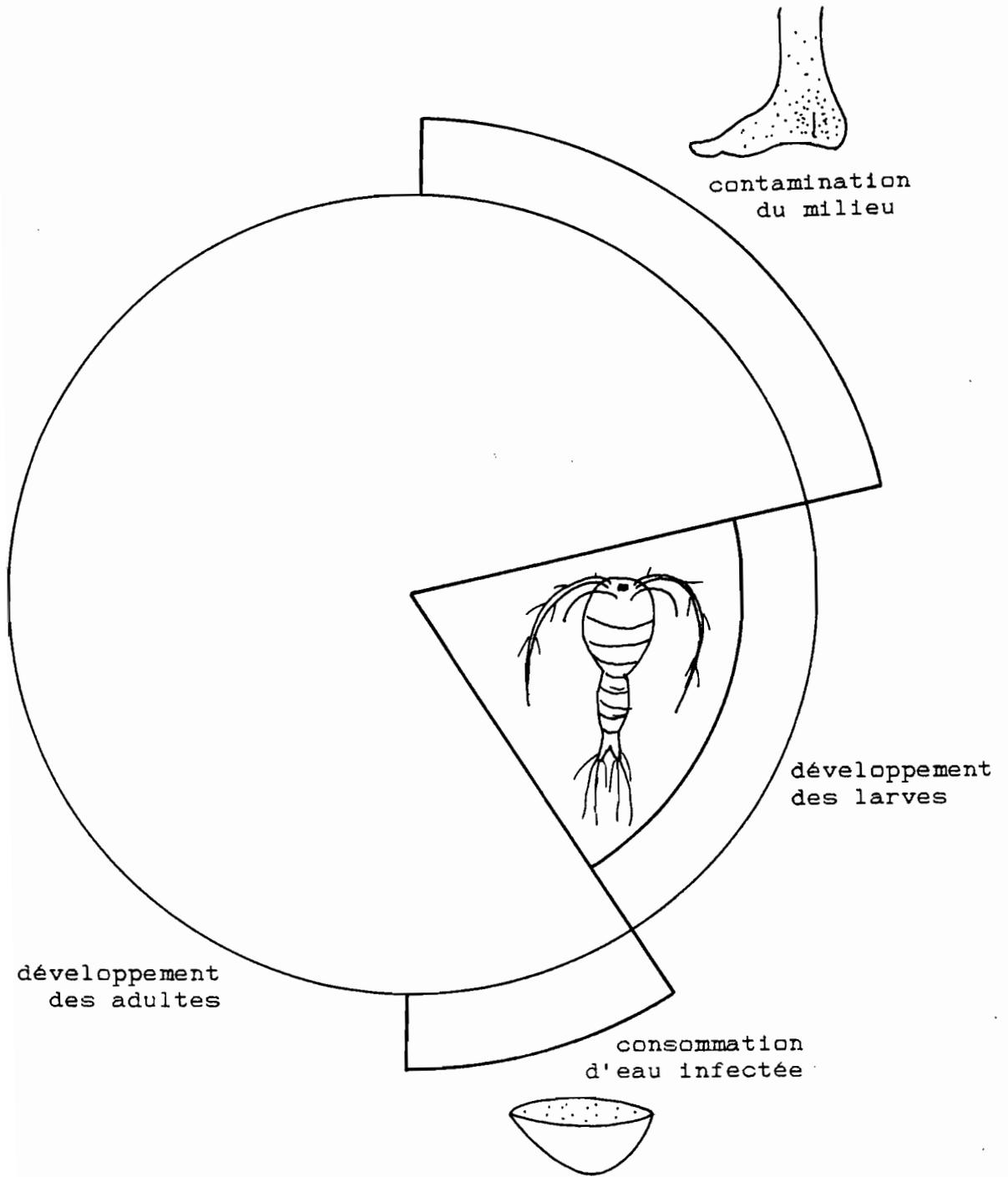
2 à
3
sem.

2 sem.

40 à 50
semaines

Figure 3.3.

Cycle parasitaire de *D. medinensis*



CHAPITRE 4 .

SYSTEMATIQUE DES CYCLOPIDES .



Photographie Daniel Heuclin

STEIB K., OUEDRAOGO J.B., GUIGUEMDE T.R., GBARY A.R. et CHIPPAUX J.-P.- Les vecteurs du ver de Guinée en Afrique. *Etudes Médicales*, 1986, n° 2: 87-96.

CHIPPAUX J.-P.- Les *Cyclopidae* de la région d'hyperendémie dracunculienne du Bénin. Soumis à *Revue de Zoologie Africaine*.

Les cyclopidés, hôtes intermédiaires de *D. medinensis* appartiennent à la famille des *Cyclopidae* (Classe des Crustacés, Sous-Classe des Copépodes, Ordre des Cyclopoïda). Cette famille comprend principalement des espèces non parasites et inféodées aux eaux continentales, y compris les eaux salées ou saumâtres. Quelques espèces peuvent exceptionnellement sortir de leur milieu pour s'aventurer dans les eaux côtières marines. Tous les membres de cette famille sont des copépodes libres, c'est à dire non parasites. Nous n'envisageons dans cette étude que les espèces d'eau douce rencontrées en région éthiopienne.

4.1. CARACTERES TAXONOMIQUES DES CYCLOPIDAE.

Les différents aspects des cyclopidés, en fonction de leur développement sont illustrés sur la figure 4.1. Seules les femelles sont décrites dans ce travail. L'identification des nauplies (N1 à N6) et des copépodites (C1 à C5), trop complexe, n'a pas été faite. Pour les mâles, l'identification s'est arrêtée au niveau du genre.

La détermination des cyclopidés nécessite une dissection. Avant d'entreprendre cette dernière, il est indispensable d'examiner l'animal dans son entier et de mesurer la longueur totale (y compris les soies furcales), la longueur du corps, céphalothorax (Th) et abdomen (Abd), la largeur du céphalothorax et la longueur des antennules par rapport à ce dernier.

La dissection comprendra, au minimum, la séparation du céphalothorax et de l'abdomen et l'isolement de la quatrième paire de pattes (P4), qui seront positionnés face ventrale vers le haut. En outre, pour le genre *Mesocyclops*, il faut séparer les antennules (A1) du céphalothorax, l'une présentant la face ventrale, la seconde la face dorsale. L'idéal est de disséquer aussi les trois premières paires de pattes (P1 à P3) et les

Figure 4.1.

Stades de développement d'un cycloptide.
Thermocyclops inopinus (d'après Steib, 1985)

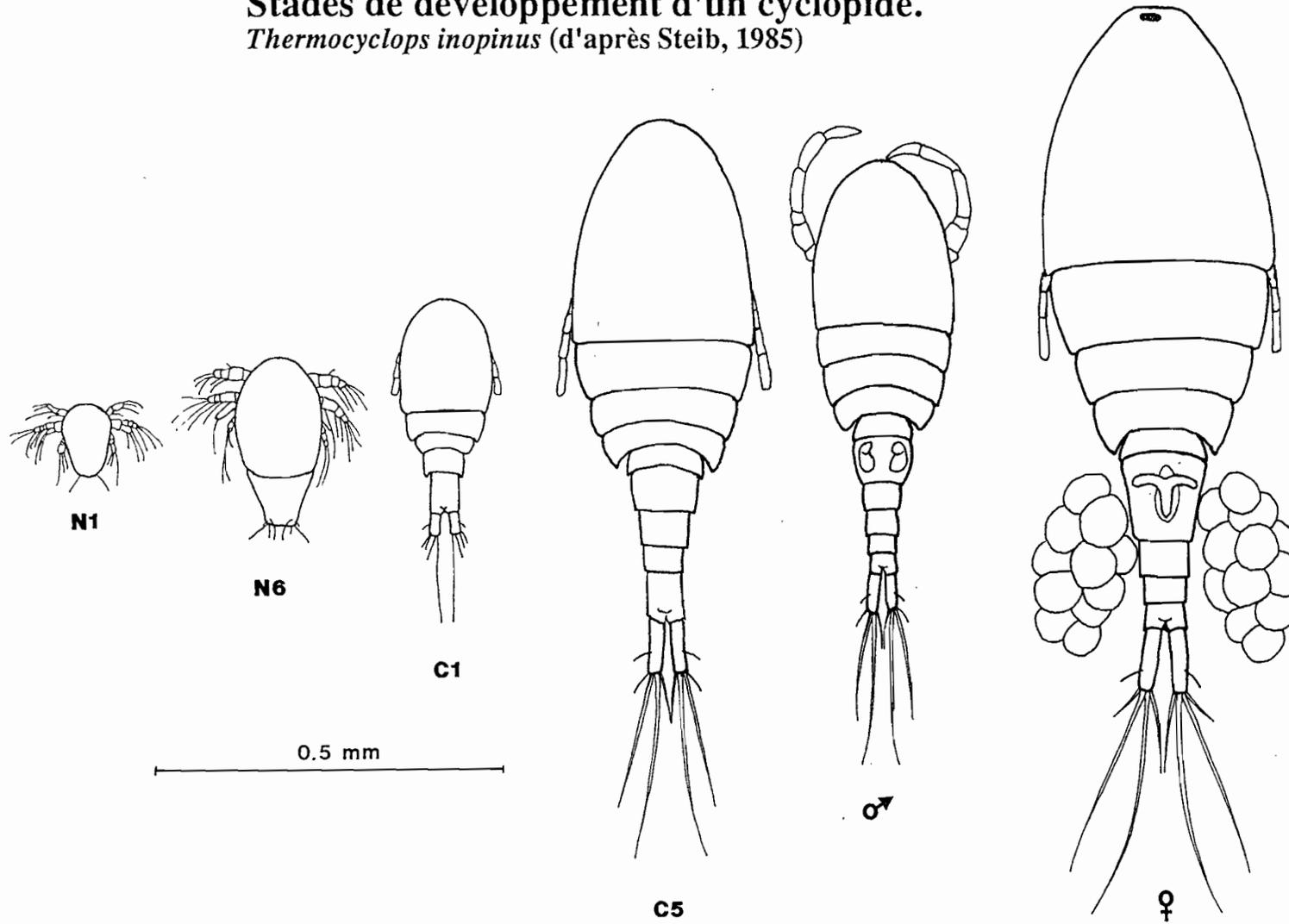


Figure 4.1. Stades de développement d'un cycloptide.

Figure 4.2.
Morphologie d'un cycloptide

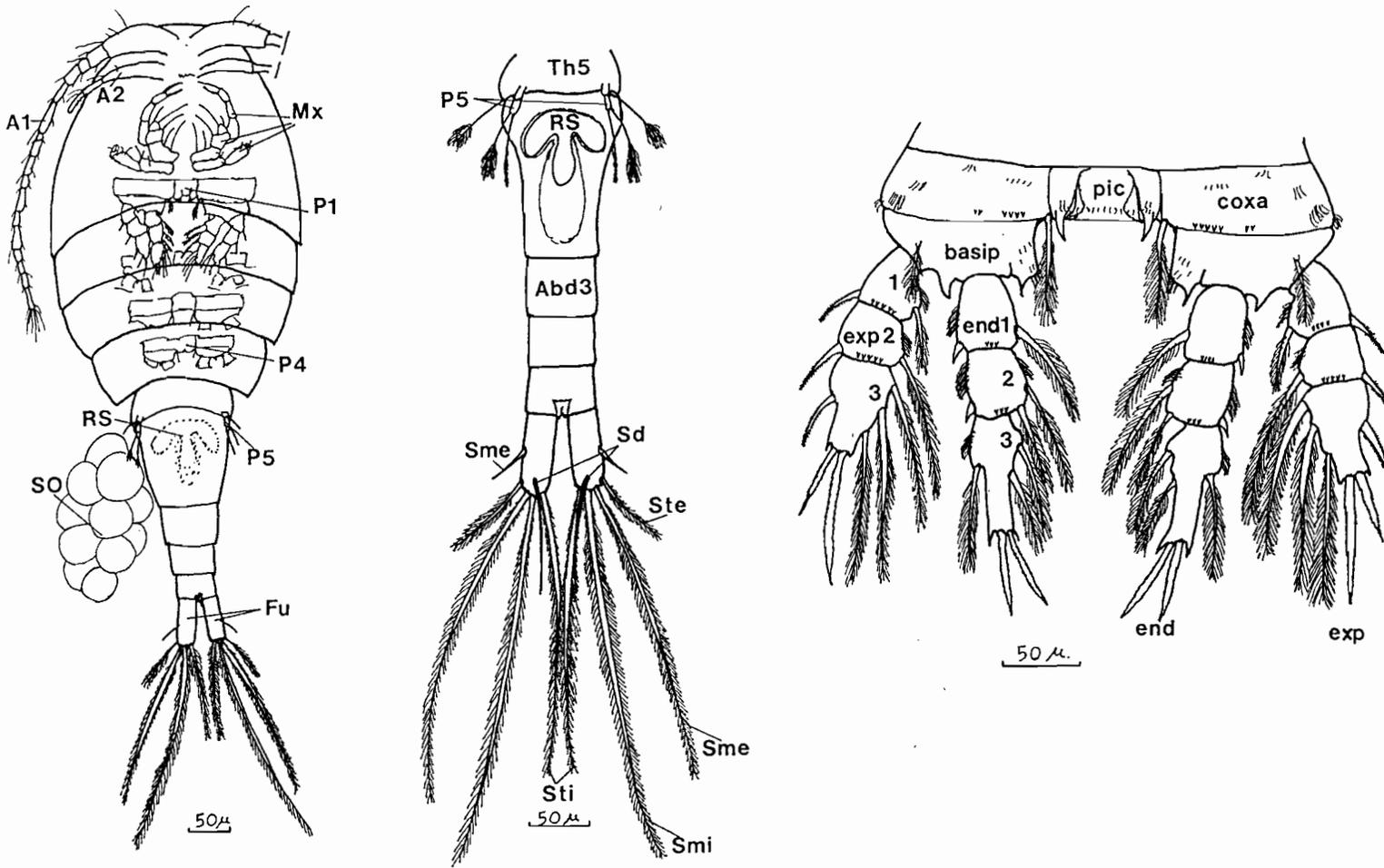


Figure 4.2. Anatomie générale d'un cycloptide et nomenclature des organes.

antennes (A2). Toutefois, cette opération, longue et délicate, n'est pas indispensable pour identifier les espèces communes. La dissection des pièces buccales est rarement indispensable.

Selon les auteurs, la dissection se fait dans de l'eau, du liquide conservateur (alcool à 70° glycérimé à 10% ou formol bicarbonaté à 3%), ou de la glycérine pure, après déshydratation du cyclopede. Une fois la dissection terminée, la préparation est recouverte d'une lamelle, calée avec de la pâte à modeler puis lutée au baume du Canada ou tout autre milieu de montage (Dussart, 1980). Les mensurations peuvent varier en fonction de la préparation, c'est pourquoi il est important de préciser comment elle a été effectuée.

Les dessins reproduits ici ont tous été effectués après dissection dans du liquide conservateur. Les préparations en alcool glycérimé et celles effectuées dans du formol n'ont pas présenté de variations significatives entre elles. Les lames ont été lutées à l'Euparal®.

L'anatomie générale d'un cyclopede et la nomenclature des différents organes mentionnés dans cette étude sont détaillées dans la figure 4.2.

Le céphalothorax est divisé en cinq segments (Th1 à Th2); il comprend:

- les antennules (A2),
- les antennes (A1),
- le labre, les mandibules, les maxilles, les maxillules et les maxillipèdes (Mx),
- quatre paires de pattes natatoires (P1 à P4),
- une paire de pattes vestigiales (P5).

L'abdomen est divisé en six segments, les deux premiers étant fusionnés en un segment génital qui contient le réceptacle séminal (RS), caractère spécifique important. Le dernier segment ou furca (Fu) est divisé; il porte les soies furcales. Le rapport entre la longueur de la furca et la largeur de l'une de ses branches est l'indice furcal (IF). Les trois autres segments

Figure 4.3.
Morphologie de la cinquième patte (P5)

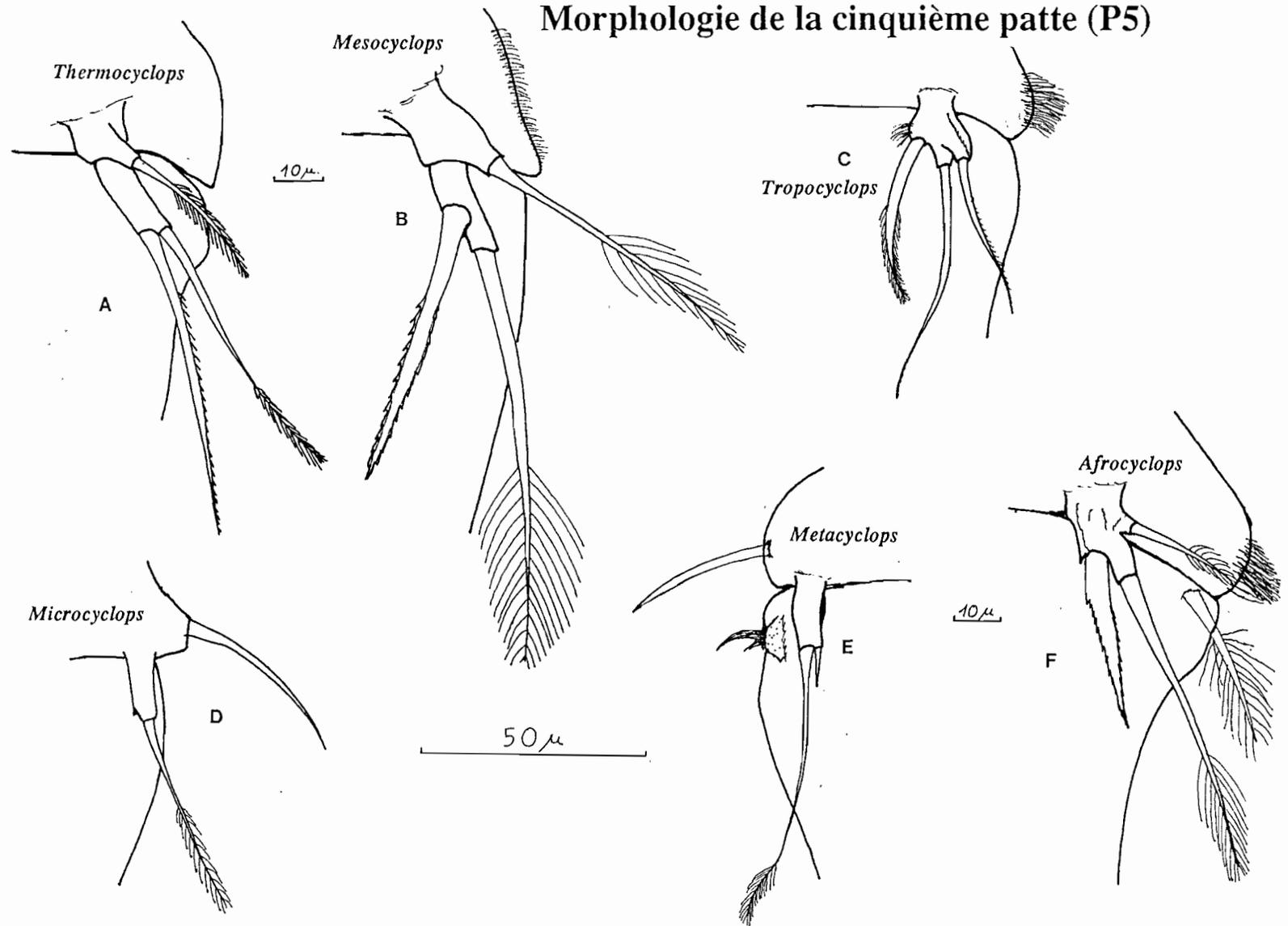


Figure 4.3. Morphologie des P5 de différents genres africains.

abdominaux sont sans particularités (Abd3 à Abd5). Les sacs ovigères (SO) sont portés, après fécondation, par la femelle de chaque côté de l'abdomen (figure 4.2. A).

Les soies furcales dont au nombre de six:

- les soies dorsales (Sd), souvent peu visibles sur les préparations,

- les soies marginales externes (Sme),
- les soies terminales externes (Ste),
- les soies terminales médianes externes (Tme),
- les soies terminales médianes internes (Smi),
- les soies terminales internes (Sti).

Les pattes natatoires P1 à P4 sont composées de deux coxa ou coxopodites séparées par une plaque intercoxale (pic) ou lame basilaire. Les basipodites (basip) portent chacun deux rames articulées, l'exopodite en position externe (exp1 à exp3) et l'endopodite en position interne (end1 à end3).

4.2. CLES D'IDENTIFICATION DES CYCLOPIDES DU BENIN.

16 genres ont été décrits en Afrique au sud du Sahara, en excluant Madagascar. La clé, largement inspirée de celles de Dussart (1980; 1981), Lindberg (1957) et Steib (doc. non publié) considère l'ensemble des genres connus en 1989 en Afrique inter-tropicale. Toutefois, nous ne mentionnons que les espèces connues en Afrique de l'Ouest. Toutes les formes trouvées au Bénin, ou dans les pays limitrophes apparaissent dans les clés génériques, mais seules les espèces récoltées dans la zone d'étude (nord de la province de l'Atlantique et province du Zou) seront décrites. Ces dernières sont signalées en gras dans les clés.

4.2.1. CLE DES GENRES.

1. - La P5 comporte un seul article bien différencié..... 2
 - La P5 est réduite à son ornementation (sous la forme de soie ou d'épine)..... 10
2. - L'endopodite et l'exopodite de la quatrième patte natatoire (P4) sont triarticulés (fig. 4.2. C)..... 3
 - L'endopodite et l'exopodite de la P4 sont bi-articulés (fig. 4.11. D)..... 11
3. - La cinquième paire de pattes (P 5) est composée de trois articles distincts..... *Neocyclops*
 - La P5 comporte 1 ou 2 articles individualisés..... 4
4. - P5 composée de 2 articles (fig. 4.3. A et B)..... 5
 - P5 composée d'un seul article (fig. 4.3. C, F)..... 8
5. - L'article distal de P5 porte 2 soies ou épines..... 6
 - L'article distal de P5 porte au moins 3 soies ou épines de taille équivalente..... 7
6. - L'article distal de P5 porte 2 épines apicales de taille voisine (figure 4.3. A)..... *Thermocyclops*
 - L'article distal de P5 porte une seule épine apicale et une autre insérée au tiers moyen de l'article (fig. 4.3.B)..... *Mesocyclops*
7. - L'article distal de P5 porte 3 épines et 1 soie; la furca est courte et trapue..... *Halicyclops*
 - L'article distal de P5 porte 1 soie encadrée par 2 épines; furca de taille moyenne..... *Macrocyclops*
8. - La furca est courte ou moyenne: indice furcal (IF) inférieur à 4; les antennules (A1) sont longues: elles atteignent presque l'abdomen (fig. 4.9. E)..... *Tropocyclops*
 - La furca est longue: IF compris entre 4 et 10; les A1 n'atteignent pas le quatrième segment thoracique (fig. 4.9. F)..... 9
9. - Le bord externe des branches furcales sont ornées de soies ou d'épines (serra)..... *Eucyclops*
 - La furca est dépourvue de serra..... *Afroscyclops*
10. - Basipodite de P4 sans soie interne..... *Bryocyclops*
 - Basipodite de P4 munie d'une soie interne..... *Allocyclops*
11. - L'article de la P5 est rectangulaire..... *Apocyclops*
 - L'article de la P5 est cylindrique (fig. 4.3. D, E)..... 12
12. - La P5 porte 3 soies de taille voisine.. *Psammophilocyclops*
 - La P5 porte une seule soie, accompagnée parfois d'une petite épine interne (fig. 4.3. D, E)..... 13

Figure 4.4.

Genre *Mesocyclops*

A=aspect général de *M. aspericornis*; B=furca de *M. major*; C=furca de *M. kieferi*; D=furca de *M. aspericornis*; E=segment génital de *M. kieferi*; F=segment génital de *M. major*; G=segment génital de *M. aspericornis*.

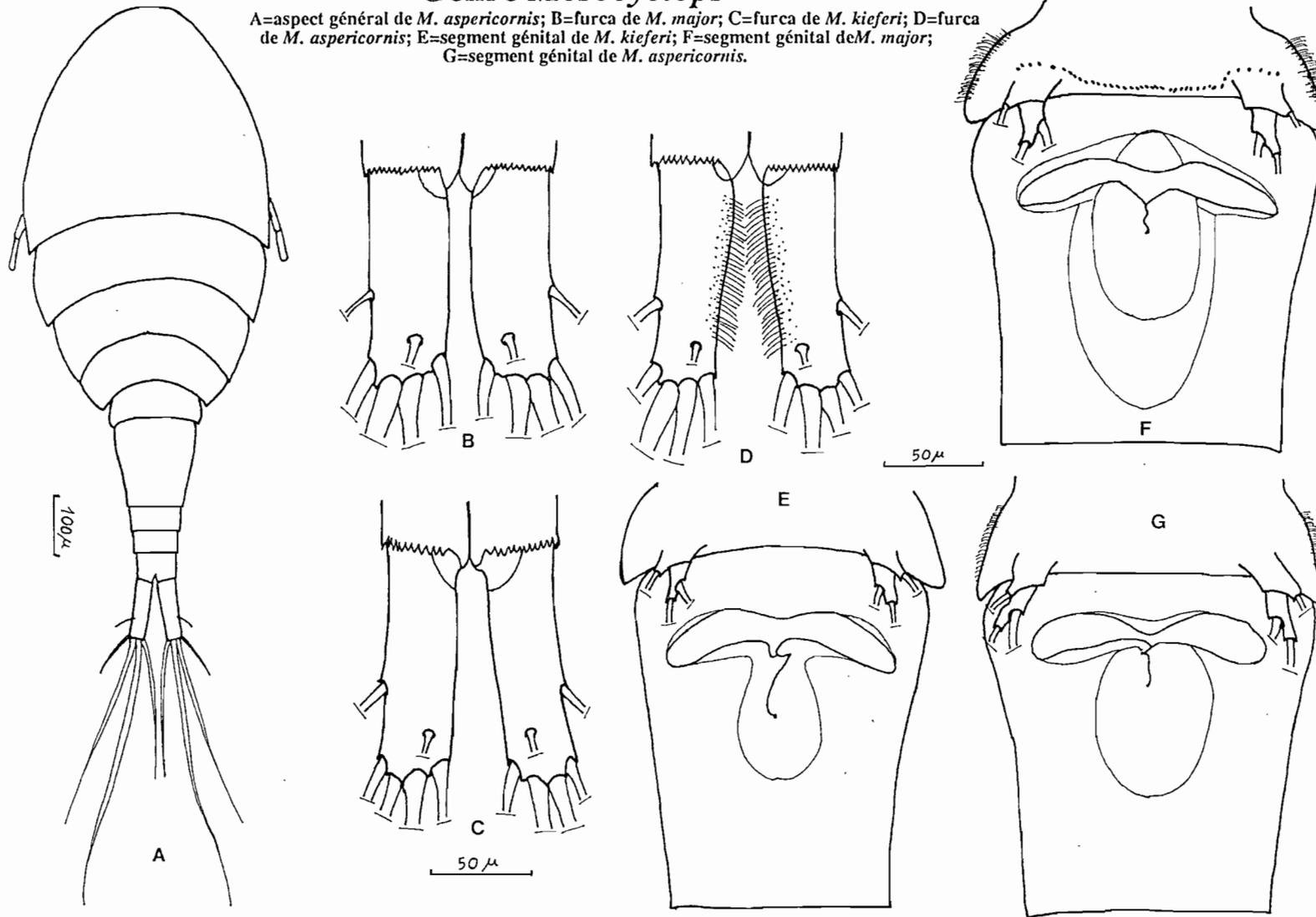


Figure 4.4. Genre *Mesocyclops*.

Figure 4.5.

Genre *Mesocyclops*, plaque intercoxale

A=*M. major*

B=*M. aspericornis*

C=*M. kieferi*

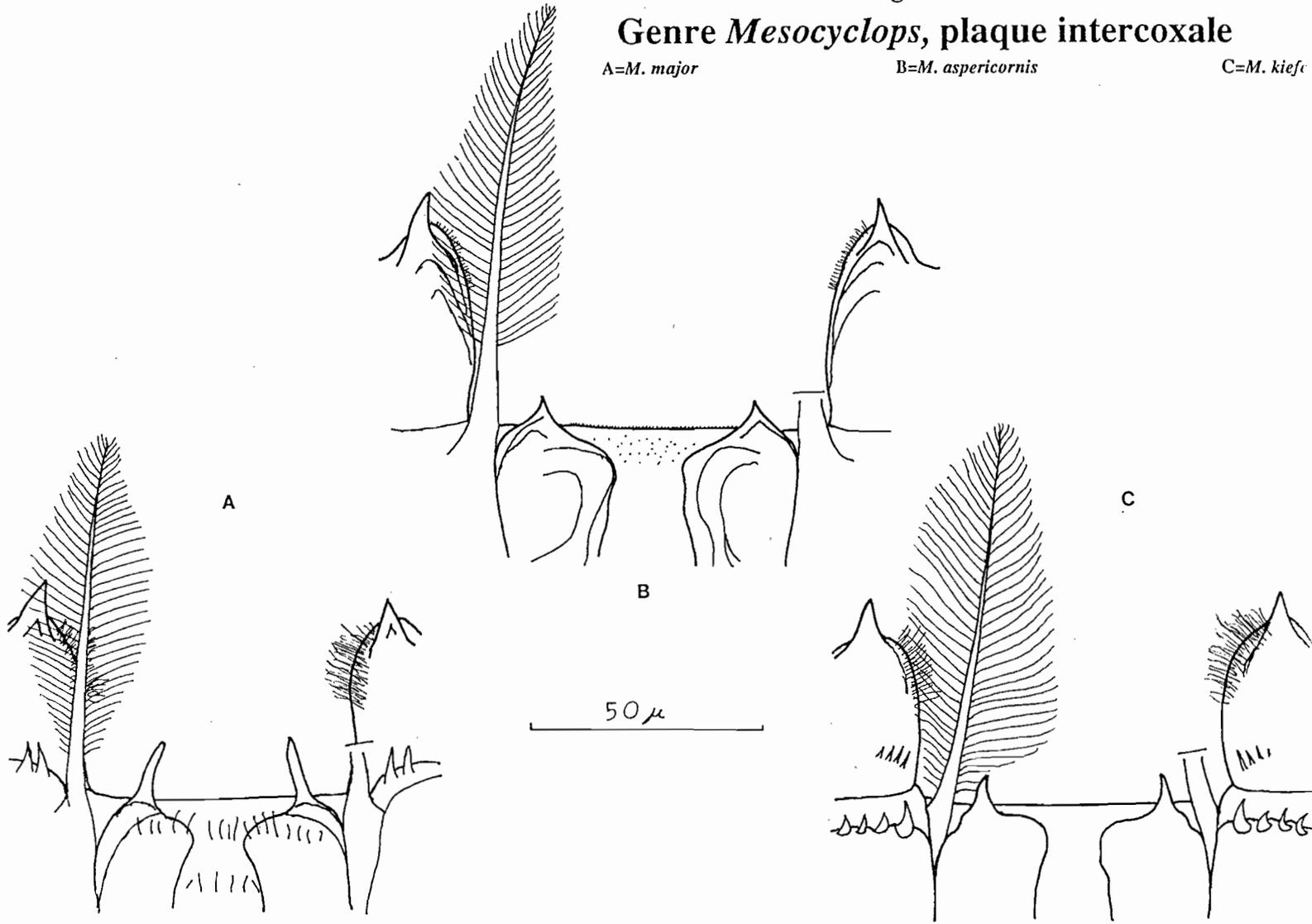


Figure 4.5. Genre *Mesocyclops*.

13. - La plaque intercoxale est trois fois plus large
que haute (fig. 4.11. C)..... *Cryptocyclops*
- La plaque intercoxale est aussi large que haute..... 14
14. - La P5 porte une soie et une épine petite mais
parfaitement visible (fig. 4.3. E)..... *Metacyclops*
- La P5 porte une seule soie (fig. 4.3. D)..... *Microcyclops*

4.2.2. CLE DES ESPECES DU GENRE *MESOCYCLOPS*.

1. - Face interne des branches furcales ornées de
longues soies (fig. 4.4. D)..... 2
- Face interne des branches furcales glabres..... 4
2. - Plaque intercoxale de P4 portant des soies. *M. tenuisaccus*
- Plaque intercoxale de P4 glabre..... 3
3. - Face interne des branches furcales couvertes de
poils sur toute leur longueur..... *M. aspericornis*
- Pilosité furcale présente seulement sur le tiers
supérieur des branches furcales..... *M. spinosa*
4. - Face latérale du cinquième segment thoracique (Th5)
ornée de soies (fig. 4.4. F, G)..... 5
- Th5 totalement glabre, sur les faces latérale
et ventrale..... 8
5. - Plaque intercoxale de P4 portant des soies
(fig. 4.5. A)..... *M. major*
- Plaque intercoxale de P4 glabre..... *M. ogunnus*
6. - Epines de la plaque intercoxale de P4 petites et
émoussées; épines de l'article distal de P5 de
taille voisine..... *M. dussarti*
- Epines de la plaque intercoxale longues et pointues;
épines de l'article distal de P5 de taille sensiblement
différente (fig. 4.3. B)..... 7
7. - Plaque intercoxale portant des soies..... *M. roebni*
- Plaque intercoxale glabre..... *M. aequatorialis*
8. - Plaque intercoxale portant des soies..... *M. salinus*
- Plaque intercoxale glabre..... 9
9. - Lobes antérieurs du réceptacle séminal (RS)
cylindriques (fig. 4.4. E)..... *M. kieferi*
- Lobes antérieurs du réceptacle séminal aplatis..... 10

Figure 4.6.
Genre *Thermocyclops*, aspect général
A=*Th. oblongatus*; C=*Th. decipiens*; E=*Th. consimilis*
B=*Th. prolatus*; D=*Th. emini*; F=*Th. inopinus*

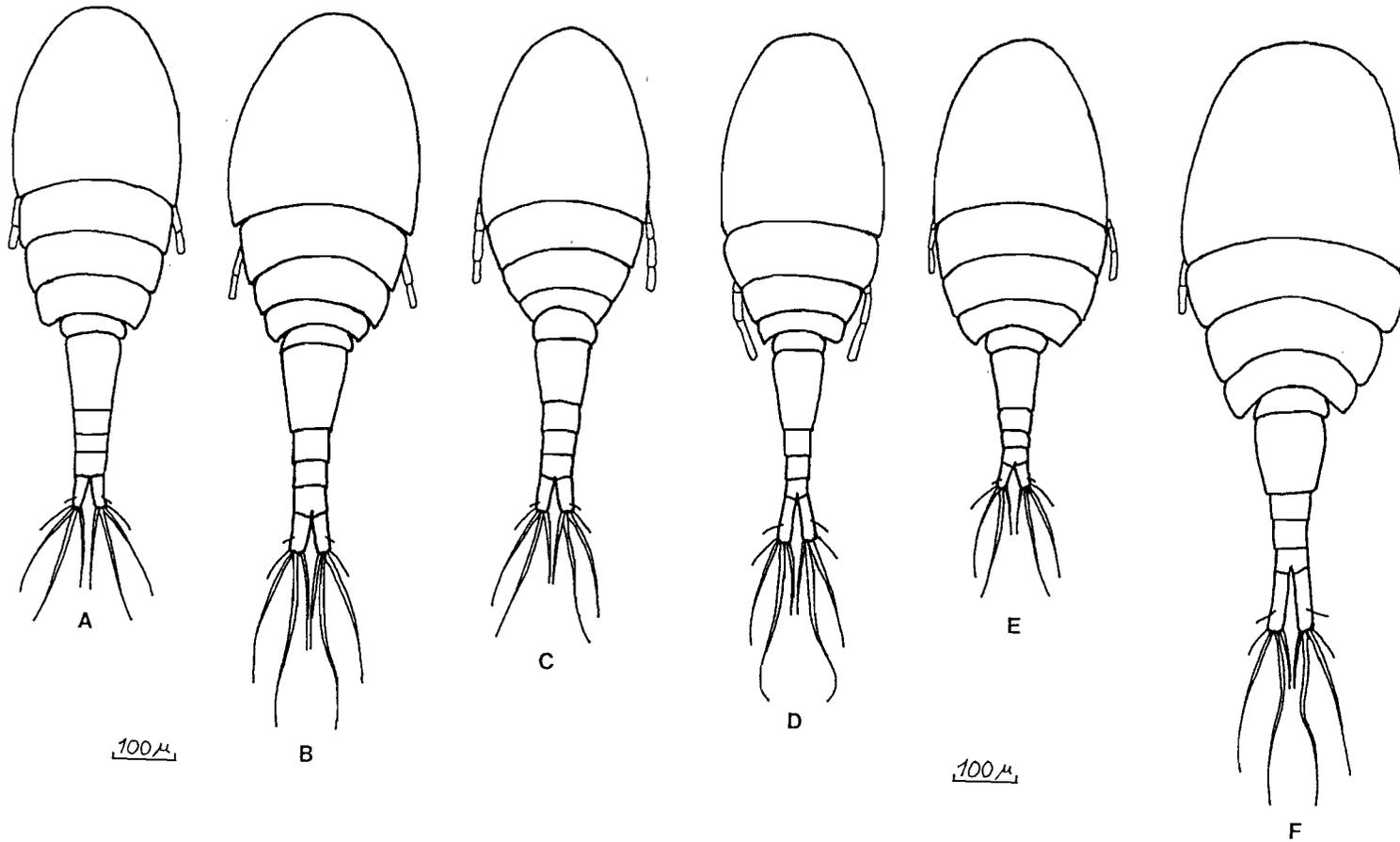


Figure 4.6. Genre *Thermocyclops*: aspect général.

Figure 4.7.

Genre *Thermocyclops*, segment génital

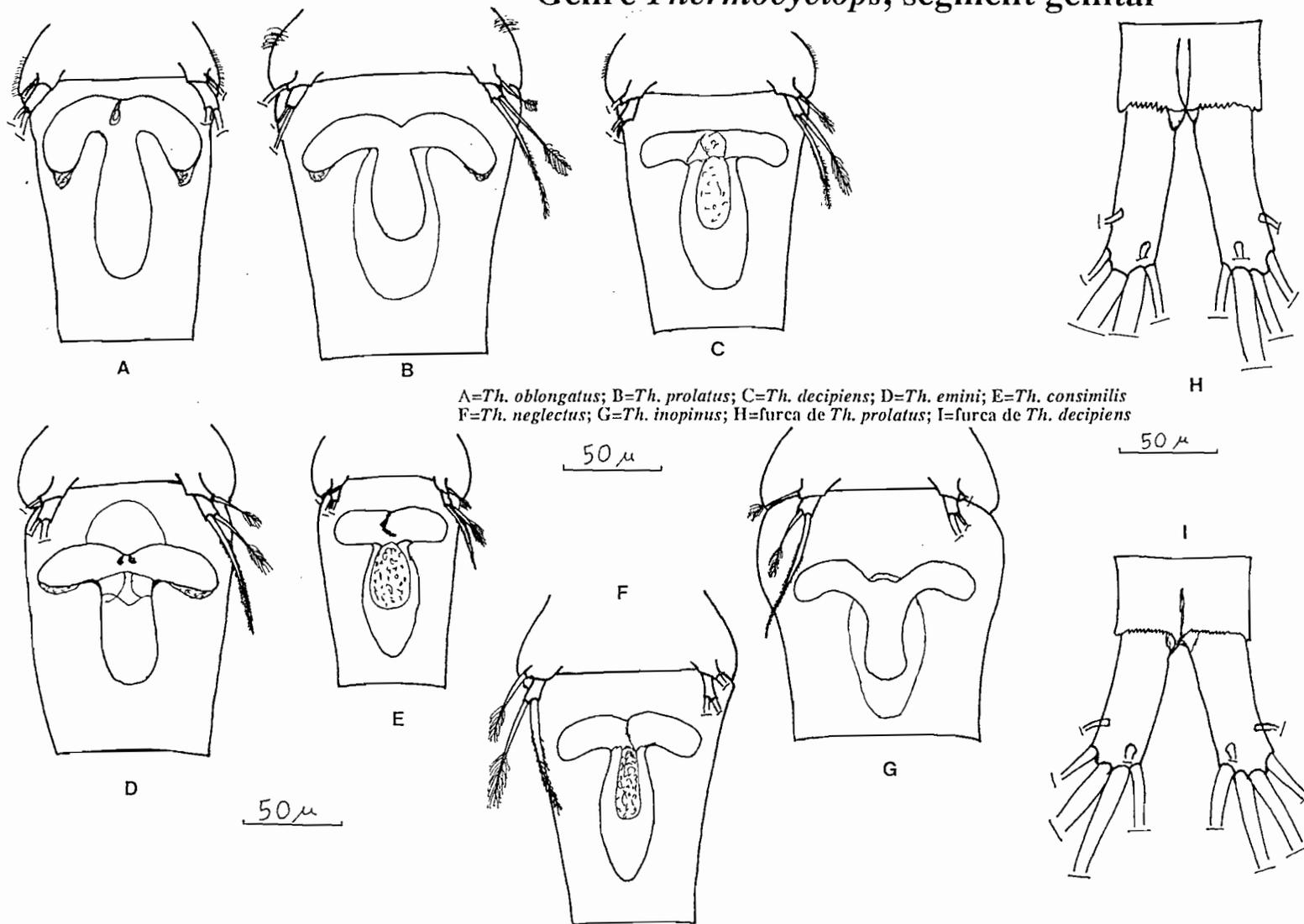


Figure 4.7. Genre *Thermocyclops*: réceptacles séminaux.

Figure 4.8.

Genre *Thermocyclops*, plaque intercoxale

A=*Th. oblongatus*; C=*Th. decipiens*; E=*Th. consimilis*
B=*Th. prolatus*; D=*Th. emini*; F=*Th. inopinus*

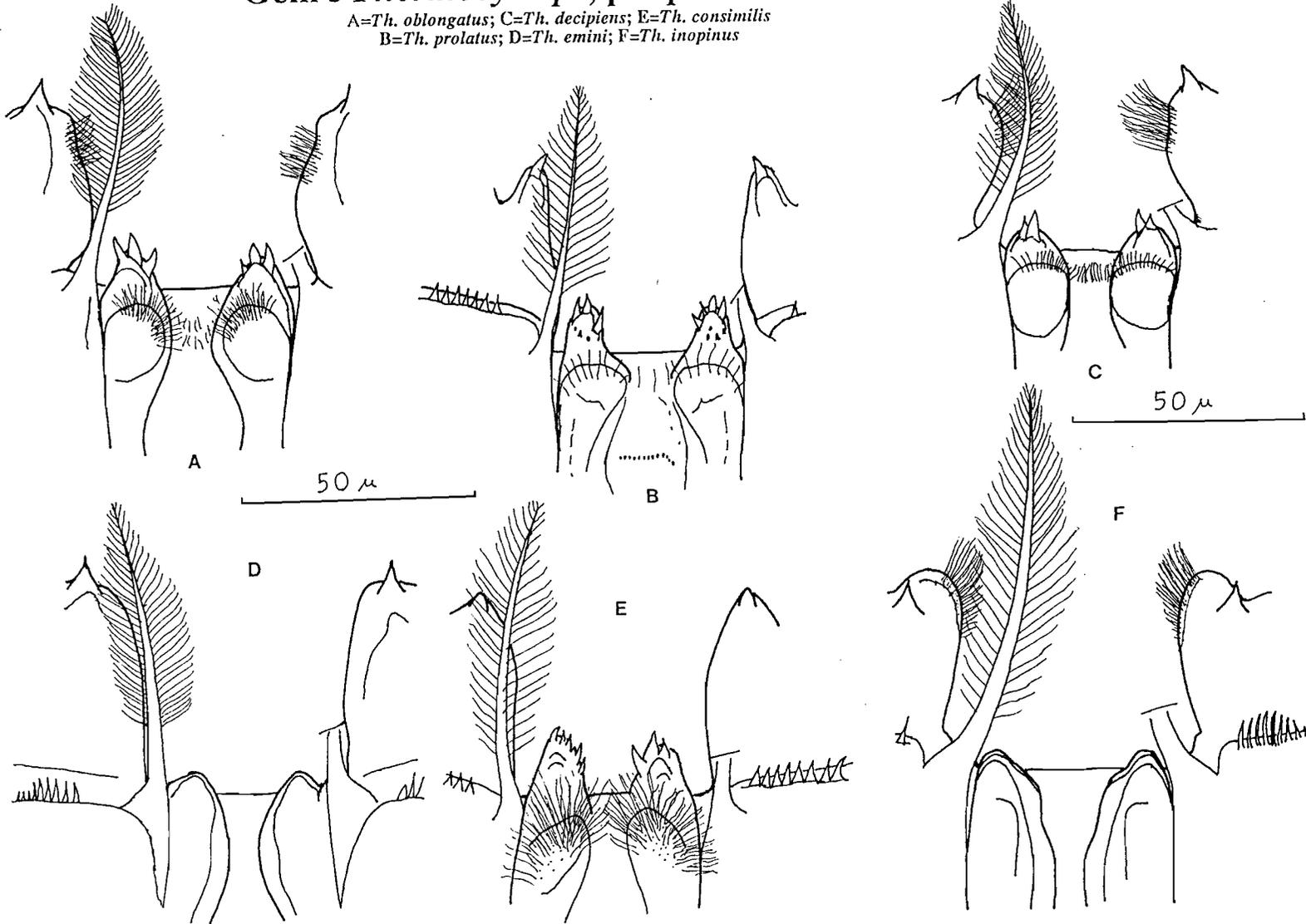


Figure 4.8. Genre *Thermocyclops*: plaques intercoxales.

10. - Indice furcal inférieur à 2,5; lobes antérieurs du RS rétrécis dans la partie centrale..... *M. rarus*
 - IF supérieur à 2,5; lobes antérieurs du RS sans rétrécissement..... *M. paludosus*

4.2.3. CLE DES ESPECES DU GENRE *THERMOCYCLOPS*.

1. - Protubérances de la plaque intercoxale de P4 armées de dents (fig. 4.8. A, B, C, E)..... 2
 - Protubérances lisses (fig. 4.8. D et F)..... 7
2. - Face interne du basipodite de P4 ornée de poils (fig. 4.8. A et C)..... 3
 - Face interne du basipodite de P4 glabre (fig. 4.8. B et E)..... 6
3. - Soie terminale interne de la furca à peu près de même longueur que la soie terminale externe (fig. 4.6. E)..... *Th. consimilis*
 - Soie terminale interne au moins deux fois plus longue que la soie terminale externe..... 4
4. - L'une des deux épines apicales de l'endopodite 3 de la P4 (end3 P4) au moins deux fois plus longue que l'autre..... *Th. crassus*
 - Epines apicales de l'end3 P4 approximativement de même longueur..... 5
5. - Lobes antérieurs du réceptacle séminal (RS) fortement recourbés en arrière (fig. 4.7. A)..... *Th. oblongatus*
 - Lobes antérieurs du RS très peu recourbés en arrière (figure 4.7. B)..... *Th. prolatus*
6. - L'une des deux épines apicales d'end3 P4 au moins deux fois plus longue que l'autre..... *Th. decipiens*
 - Epines apicales de l'endopodite 3 de la P4 (end3 P4) approximativement de même longueur.. *Th. neglectus*
7. - Antennules très longues, dépassant le quatrième segment thoracique (fig. 4.6. D)..... *Th. emini*
 - Antennules plus courtes, ne dépassant pas Th3..... 8
8. - Soie terminale interne de la furca à peine deux fois plus longue que la soie terminale externe (fig. 4.6. F)..... *Th. inopinus*
 - Soie terminale interne au moins trois fois plus longue que la soie terminale externe..... *Th. incisus*

Figure 4.9.

Aspect général de divers genres

A=*Meta. margaretae*; C=*Micro. rubelloides*; E=*Tropo. confinis*
B=*Meta. minutus*; D=*Micro. varicans*; F=*Eu. serrulatus*

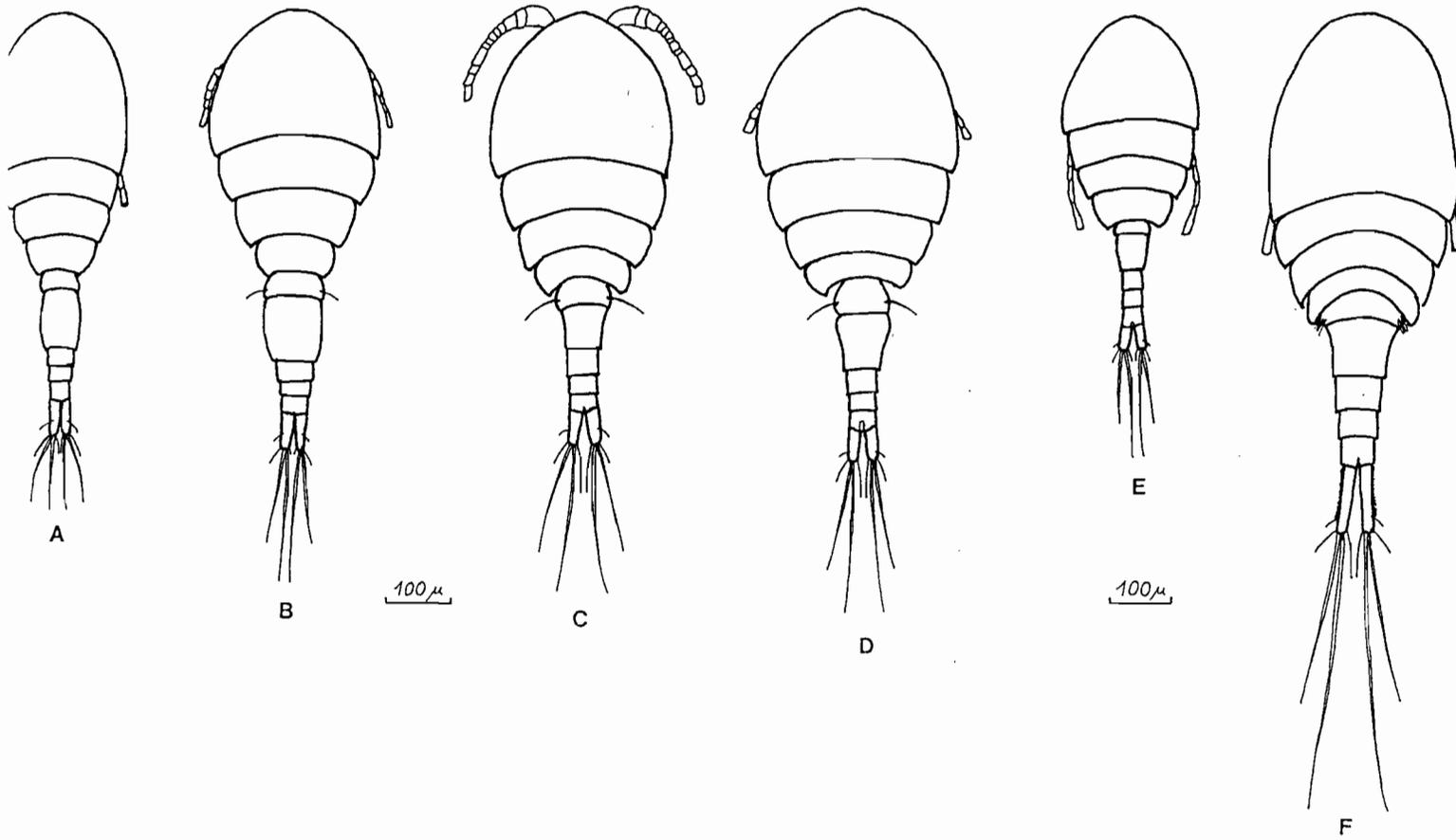
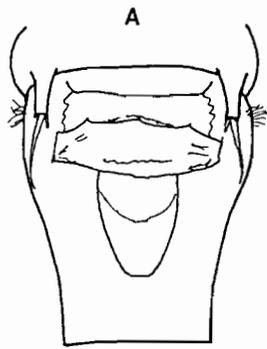


Figure 4.9. Aspect général de divers genres.

Figure 4.10.

Segment génital de divers genres

A=*Meta. margaretae*; C=*Micro. rubelloides*; E=*Tropo. confinis*
B=*Meta. minutus*; D=*Micro. varicans*



50 μ

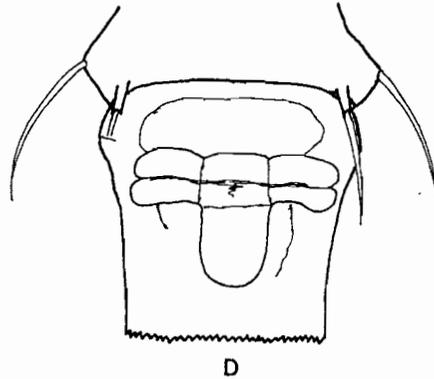
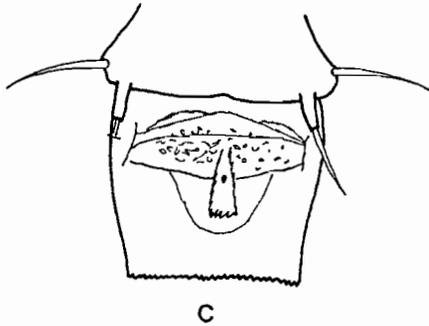
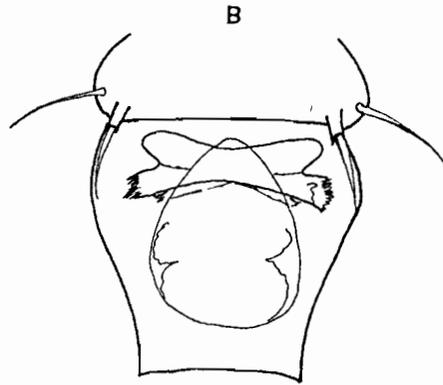


Figure 4.10. Réceptacle séminal de divers genres.

Figure 4.11.

Plaque intercoxale de divers genres

A=*Met. margaretae*; C=*C. linjanticus*; E=*Mic. rubelloides*;
B=*Met. minutus*; D=*Mic. varicans*; F=*Tropo. confinis*

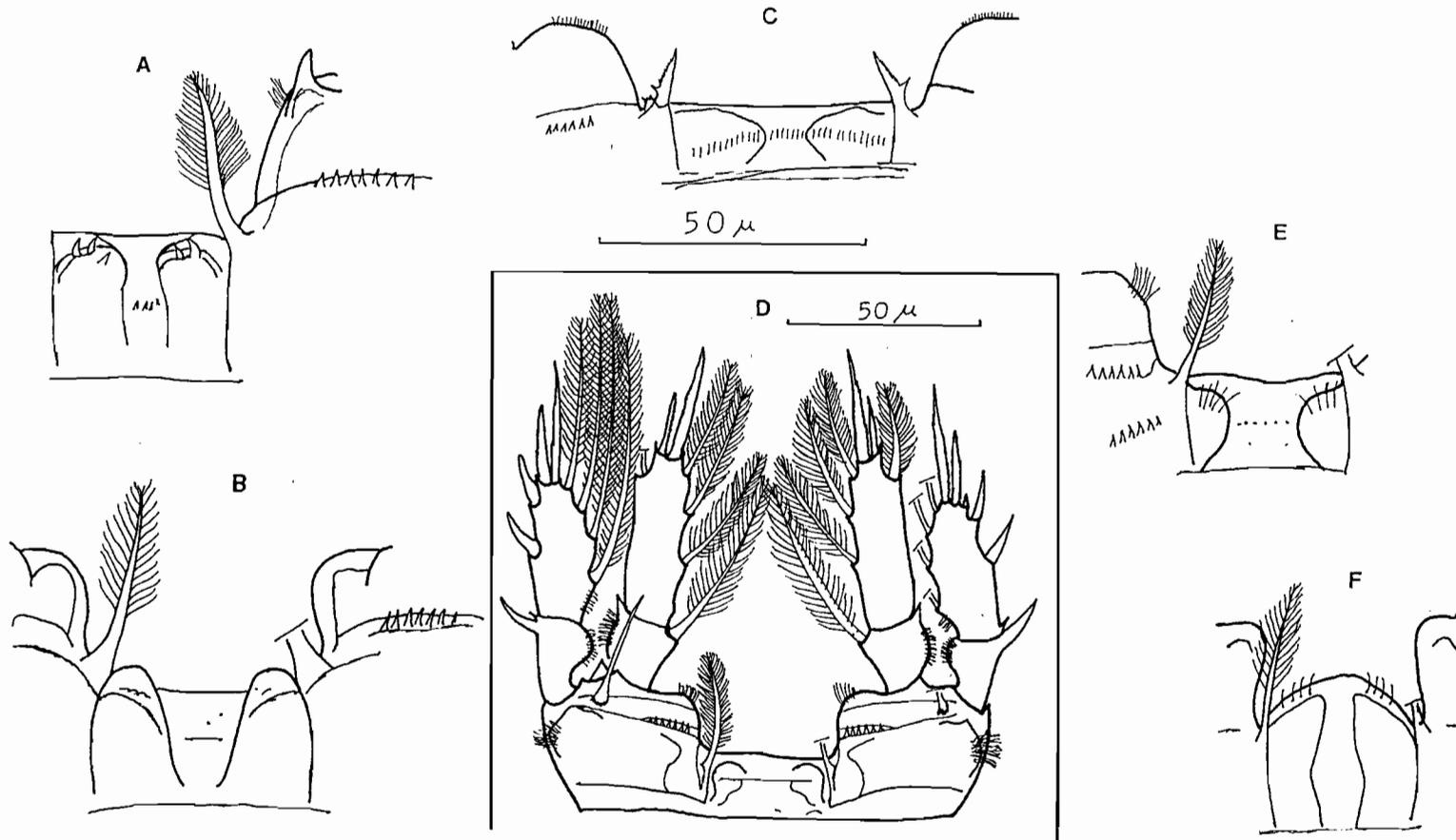


Figure 4.11. Plaque intercoxale de divers genres.

4.2.4. CLE DES ESPECES DU GENRE *METACYCLOPS*.

1. - Soie terminale externe de la furca au moins trois fois plus longue que la soie terminale interne (fig. 4.9. B)..... *M. minutus*
 - Soies terminales interne et externe de la furca sensiblement de même taille..... 2
2. - Face interne du basipodite de P4 ornée de soies longues et fines..... *M. tropicus*
 - Angle supéro-interne du basipodite de P4 armé d'une dent forte, accompagnée de petites soies (fig. 4.11. A)..... *M. margaretae*

4.2.5. CLE DES ESPECES DU GENRE *MICROCYCLOPS*.

1. - Furca longue: indice furcal (IF) supérieur à 3; soies terminales interne et externe approximativement de même taille..... *M. varicans*
 - Furca courte: IF inférieur à 2,5; soie terminale interne au moins deux fois plus longue que la soie terminale externe..... *M. rubelloides*

4.3. DESCRIPTION DES ESPECES RENCONTREES DANS LES VILLAGES D'ETUDE.

4.3.1. ESPECES DU GENRE *MESOCYCLOPS* Sars, 1914.

Ce genre comprend de grandes espèces (1 mm et plus). Le corps est fin, allongé. Les antennules ont 17 articles. Elles atteignent ou dépassent le deuxième segment thoracique, sans aller au-delà du troisième. Les rames des pattes natatoires possèdent trois articles. La cinquième paire de pattes est biarticulée; l'article terminal est muni d'une soie apicale et d'une soie à insertion latéro-médiane de longueur équivalente (figure 4.3. B). Le réceptacle séminal a la forme d'un

champignon à pied dilaté. Les branches furcales sont moyennes, l'indice furcal est de l'ordre de 3 ± 1 .

Ce genre comprend 32 espèces dont 12 sont représentées en Afrique. Cinq d'entre elles ont été observées dans les villages d'étude ou dans les mares voisines. Deux autres espèces ont été rencontrées au Bénin, en dehors de la région d'endémie, l'une au nord (*M. aequatorialis*), l'autre au sud (*M. salinus*); je ne les décrirais pas ici.

L'aspect général des différentes espèces est très semblable (figure 4.4. A). La révision du genre qui a conduit à distinguer les douze espèces africaines est récente (Van de Velde, 1984); aussi, connaît-on encore mal leur distribution.

4.3.1.1. *Mesocyclops major* Sars, 1927.

C'est une grande espèce, pouvant atteindre 1,5 mm de long. L'antennule atteint, tout au plus, le milieu du troisième segment thoracique. Le dernier segment thoracique porte des poils fins de 5 à 10 μm de long (figure 4.4. F). La partie ventrale de ce même segment thoracique porte des épines fines et courtes, disposées sur un seul rang entre les deux paires de P5 et au dessus de ces dernières. La plaque intercoxale de P4 est munie de deux longues épines latérales, et d'une rangée de petites soies médianes (figure 4.5. A). Le bord interne du basipodite de P4 porte quelques poils courts. La face interne des branches de la furca est glabre (figure 4.4. B). L'indice furcal est supérieur à 3.

4.3.1.2. *Mesocyclops kieferi* Van de Velde, 1984.

M. kieferi est une espèce moyenne, ne dépassant pas 1,2 mm de long. L'antennule atteint le bord distal du troisième segment thoracique. Le dernier segment thoracique est totalement glabre (figure 4.4. E). La plaque intercoxale de P4 est munie de deux solides et longues épines, latérales comme chez *M. major*, mais ne porte pas de soies médianes (figure 4.5. C). Le bord interne du basipodite de P4 est glabre. La face interne des branches de

la furca est glabre (figure 4.4. C). L'indice furcal est compris entre 2,5 et 3.

4.3.1.3. *Mesocyclops aspericornis* Daday, 1906.

M. aspericornis est une espèce de taille moyenne (1,3 mm de long au maximum). L'antennule atteint le bord distal du deuxième segment thoracique (figure 4.4. A). Le dernier segment thoracique porte des poils courts et fins sur les faces latérales, mais pas sur la face ventrale (figure 4.4. G). La plaque intercoxale de P4 est munie de deux solides épines latérales, de taille moyenne, plus courtes que chez *M. major*; elle ne porte pas de soies médianes (figure 4.5. B). Quelques courtes soies d'une dizaine de μm sont visibles sur le bord interne du basipodite de P4. La face interne des branches de la furca est entièrement couverte de longs poils fins, mesurant environ 15 μm (figure 4.4. D). L'indice furcal est supérieur à 3.

4.3.1.4. *Mesocyclops rarus* Kiefer, 1981.

M. rarus est une espèce moyenne pouvant mesurer 1,3 mm de long. L'antennule atteint tout juste le milieu du deuxième segment thoracique. Le dernier segment thoracique est glabre. La plaque intercoxale de P4 est munie de deux solides épines latérales, très longues, mais elle est dépourvue de pilosité médiane. Il n'y a pas de poil sur le bord interne du basipodite de P4. La face interne des branches de la furca est glabre. L'indice furcal est inférieur à 2,5.

4.3.1.5. *Mesocyclops roebni* Steib, 1985.

M. roebni est une grande espèce, atteignant 1,5 mm de long. L'antennule atteint le bord distal du deuxième segment thoracique. Les faces latérales du dernier segment thoracique portent une fine pilosité. La face ventrale est glabre. La plaque intercoxale de P4 est munie de deux longues épines latérales, comme chez *M. major*, mais ne porte pas de soie médiane. Le bord interne du basipodite de P4 est couvert de

longs poils fins. La face interne des branches de la furca est glabre. L'indice furcal est supérieur à 3.

4.3.2. ESPECES DU GENRE *THERMOCYCLOPS* Kiefer, 1927.

Les espèces de ce genre sont de taille moyenne; elles ne mesurent guère plus d'un mm pour les plus grandes. Le corps est fin, allongé. Les antennules ont 17 articles. Elles atteignent ou dépassent le deuxième segment thoracique et peuvent atteindre l'abdomen chez certaines espèces. Les pattes natatoires possèdent trois articles. La cinquième paire de pattes est biarticulée; l'article terminal est muni de deux soies apicales de longueur équivalente (figure 4.3. A). Le réceptacle séminal a la forme d'un champignon à pied dilaté. Les branches furcales sont moyennes, l'indice furcal est de l'ordre de 3 ± 1 .

Sur les 38 espèces que ce genre comprend, 20 sont présentes en Afrique. Sept espèces ont été observées dans les villages d'étude ou dans les mares voisines. *Th. incisus*, fréquente dans le nord du Bénin, a été rencontré dans une mare du Zou à une centaine de kilomètres de la zone d'étude.

4.3.2.1. *Thermocyclops oblongatus* (Sars, 1927).

C'est une espèce moyenne d'environ 0,9 mm de long, au céphalothorax fin (figure 4.6. A). L'antennule atteint le bord distal du deuxième segment thoracique. La plaque intercoxale de P4 est munie de deux protubérances latérales, arrondies et armées de plusieurs petites épines ou denticules (figure 4.8. A). Le bord interne des basipodites porte de longs poils fins. Les faces latérales du dernier segment thoracique portent une fine pilosité. La face ventrale est glabre. Le réceptacle séminal est caractéristique: les deux lobes antérieurs sont très recourbés en arrière (figure 4.7. A).

4.3.2.2. *Thermocyclops prolatus* Kiefer, 1952.

C'est un cycloptide d'assez grande taille, de plus d'un mm de

long. L'antennule dépasse nettement le milieu du deuxième segment thoracique (figure 4.6. B). La plaque intercoxale de P4 est munie de deux protubérances latérales, arrondies et armées de denticules, comme chez *Th. oblongatus* (figure 4.8. B). Les faces latérales du dernier segment thoracique portent une touffe de poils fins relativement longs. La face ventrale est glabre. Les lobes antérieurs du réceptacle séminal sont légèrement recourbés en arrière (figure 4.7. B).

Cette forme est toujours considérée comme une sous-espèce de *Th. neglectus* (Sars, 1909), bien que, à mon avis, plusieurs arguments permettent d'en faire une espèce valide. Les caractères distinctifs sont constants dans de nombreuses localités, y compris en dehors du Bénin, notamment au Cameroun où je l'ai récoltée (Garoua, Touboro, Mora):

- les branches furcales sont plus longues chez *Th. prolatus* (indice furcal supérieur ou égal à 3; figure 4.7. H), alors que dans l'espèce-type, l'indice furcal est inférieur ou égal à 2,5;

- Les lobes antérieurs du réceptacle séminal (figure 4.7. B) sont plus longs, plus fins et nettement plus recourbés en arrière que chez *Th. neglectus* (figure 4.7. F);

- l'épine terminale externe de l'endopodite 3 de P4 est plus courte de moitié chez *prolatus*; chez *neglectus*, l'épine externe mesure environ le tiers de l'épine interne.

D'autre part, cette forme a été observée en sympatrie avec *Th. neglectus* (Sars, 1909) dans le sud du Bénin.

4.3.2.3. *Thermocyclops decipiens* Kiefer, 1929.

C'est une espèce de taille moyenne, inférieure à un mm de long. L'antennule atteint le bord proximal du troisième segment thoracique (figure 4.6. C). La plaque intercoxale de P4 est munie de deux protubérances latérales, arrondies et armées de denticules, comme chez *Th. oblongatus* (figure 4.8. E). Les faces latérales du dernier segment thoracique portent des poils très courts et fins, comme *Th. oblongatus*. La face ventrale est glabre. Les lobes antérieurs du réceptacle séminal sont très peu

recourbés vers l'arrière (figure 4.7. C). L'indice furcal est voisin de 2,5 (figure 4.7. I).

Cette espèce a longtemps été considérée comme une sous-espèce de *Th. neglectus*, qui est effectivement très proche. Dussart l'a élevée au rang d'espèce en 1977.

4.3.2.4. *Thermocyclops emini* (Mrazek, 1895).

Espèce de taille moyenne, pouvant mesurer 1 mm de long. Les antennules sont très longues, ce qui est caractéristique de l'espèce. Elles atteignent l'abdomen (figure 4.6. D). La plaque intercoxale de P4 est munie de deux protubérances latérales, arrondies, mais dépourvues d'épine (figure 4.8. D). Les faces latérales du dernier segment thoracique sont glabres, de même que la face ventrale. Les lobes antérieurs du réceptacle séminal sont droits et légèrement bombés vers l'avant (figure 4.7. D).

4.3.2.5. *Thermocyclops consimilis* Kiefer, 1934).

Petite espèce dont la longueur est voisine de 0,7 mm. Les antennules atteignent le bord distal du deuxième segment thoracique (figure 4.6. E). La plaque intercoxale de P4 est munie de deux protubérances latérales, arrondies et armées de denticules, comme chez *Th. oblongatus* (figure 4.8. A). Le bord interne des basipodites est pourvu d'une touffe de longs poils fins. La plaque intercoxale porte également une forte pilosité. Les faces latérales du dernier segment thoracique sont glabres, de même que la face ventrale. Les lobes antérieurs du réceptacle séminal sont droits et trapus (figure 4.7. E).

Cette espèce a longtemps été considérée comme une sous-espèce de *Th. crassus*, qui en est effectivement très proche. Dumont (1981) et Dussart (1982), presque simultanément, l'ont élevée au rang d'espèce.

4.3.2.6. *Thermocyclops inopinus* (Kiefer, 1926).

C'est une grande espèce qui mesure jusqu'à 1,2 mm de long. Les antennules n'atteignent pas le bord distal du deuxième segment thoracique (figure 4.6. F). La plaque intercoxale de P4 est

munie de deux protubérances latérales, arrondies, dépourvues d'épine; la partie centrale est glabre (figure 4.8. F). Les faces latérales du dernier segment thoracique sont glabres, de même que la face ventrale. Les lobes antérieurs du réceptacle séminal discrètement recourbés en arrière (figure 4.7. G).

4.3.3. ESPECES DU GENRE *METACYCLOPS* Kiefer, 1927.

Les espèces de ce genre sont petites ou moyennes; Les espèces africaines mesurent moins de 1 mm. L'abdomen est fin, mais le céphalothorax est plus ou moins globuleux, avec une segmentation nette. Les antennules ont de 9 à 13 articles chez la femelle et 17 chez le mâle. Elles sont courtes et ne dépassent pas le deuxième segment thoracique. Les pattes natatoires possèdent deux articles (figure 4.11. D). La cinquième paire de pattes est composée d'un seul article trapu muni d'une soie apicale externe et d'une courte épine interne (figure 4.3. E). Le cinquième segment thoracique porte une longue épine latérale, vestige du premier article de P5 (figure 4.10. B). Le réceptacle séminal a une partie distale bien développée et une partie proximale souvent peu visible. Les branches furcales sont moyennes, l'indice furcal est voisin de 3 ± 1 .

Sur les 34 espèces que ce genre comprend, 9 sont présentes en Afrique. Deux espèces ont été rencontrées dans les villages d'étude ou dans les mares avoisinantes. Aucune autre espèce n'a été observée au Bénin.

4.3.3.1. *Metacyclops margaretae* Lindberg, 1938.

Petit *Metacyclops*, dont la taille ne dépasse pas 0,75 mm. Les antennules, longues pour un *Metacyclops*, atteignent le bord distal du deuxième segment thoracique (figure 4.9. A). La plaque intercoxale de P4 est divisée longitudinalement par un sillon fin, et est totalement dépourvue d'épine ou de soie (figure 4.11. A). L'angle supéro-interne du basipodite de P4 est armé d'une solide épine et, parfois, de quelques poils longs et fins.

L'unique article de P5 est cylindrique et relativement long; il porte une épine interne trapue et une longue soie externe. La soie latérale du dernier segment thoracique est réduite et placée en position dorsale, donc difficilement visible sur les préparations (figure 4.10. A).

Cette espèce est généralement considérée comme une sous-espèce de *Metacyclops gracilis* (Lilljeborg, 1853). Plusieurs caractères distinctifs militent en faveur d'une espèce valide:

- la soie terminale interne est discrètement plus courte que la soie terminale externe chez *margaretae*; la soie terminale interne est nettement plus longue que l'externe chez *gracilis*;

- l'épine apicale interne de l'endopodite 2 de la P4 mesure le tiers de l'épine externe chez *margaretae*; chez *gracilis* l'épine apicale externe est plus courte que l'interne d'un cinquième;

- l'épine de l'angle supéro-interne du basipodite de P4 est robuste chez *margaretae*, alors qu'elle est menue chez *gracilis*.

- *M. margaretae* est plus petit que *M. gracilis* et les antennules de ce dernier sont légèrement plus courtes que celles de *M. margaretae*.

4.3.3.2. *Metacyclops minutus* (Claus, 1863).

Espèce de taille moyenne, pouvant atteindre 0,9 mm de long. Les antennules sont très courtes; elle n'atteignent par le bord du premier segment thoracique (figure 4.9. B). La plaque intercoxale de P4 est divisée longitudinalement par un sillon plus large que chez *Metacyclops margaretae*; elle est entièrement glabre. L'angle supéro-interne du basipodite de P4 est arrondi, sans épine ni pilosité (figure 4.11. B). L'unique article de P5 est cylindrique et court; il porte une épine interne trapue et une soie externe de taille moyenne, plus courte que celle de *M. margaretae*. La soie latérale du dernier segment thoracique est nettement visible (figure 4.10. B).

4.3.4. ESPECES DU GENRE *MICROCYCLOPS* Claus, 1893.

Les espèces de ce genre mesurent moins d'un mm. Le corps est fin; la segmentation du céphalothorax est nette. Les antennules ont de 10 à 12 articles chez la femelle comme chez le mâle. Elles sont très courtes et n'atteignent jamais le bord distal du premier segment thoracique. Les pattes natatoires possèdent deux articles (figure 4.11. D). La cinquième paire de pattes est composée d'un seul article trapu, muni d'une soie apicale externe. L'épine latérale est absente ou à peine visible (figure 4.3. D). Le cinquième segment thoracique porte une longue épine latérale, comme chez *Metacyclops*. Les branches furcales sont moyennes, l'indice furcal est voisin de 3 ± 1 .

Sur les 43 espèces que ce genre comprend, 17 sont présentes en Afrique. Deux espèces seulement ont été rencontrées au Bénin; elles sont présentes dans les villages d'étude.

4.3.4.1. *Microcyclops rubelloides* Kiefer, 1952.

Espèce d'assez grande taille, qui peut atteindre un mm de long. Les antennules sont très courtes; elle n'atteignent par le bord du premier segment thoracique (figure 4.9. C). La plaque intercoxale de P4 est divisée longitudinalement par un sillon de largeur moyenne; ce sillon ne porte aucune pilosité, mais quelques poils fins sont visibles sur les petites proéminences latérales de la plaque intercoxale. L'angle supéro-interne du basipodite de P4 est arrondi, sans épine mais avec des poils longs et fins (figure 4.11. E). L'unique article de P5 est cylindrique et court; il porte une soie externe de taille moyenne. A un très fort grossissement, il est possible de distinguer une petite épine interne s'insérant au quatre cinquième de l'article. La soie latérale du dernier segment thoracique est nettement visible; elle est longue et recourbée vers l'arrière. La furca est trapue; l'indice furcal, voisin de 2,5, est toujours inférieur à 3. La soie terminale interne est deux fois plus longue que la soie terminale externe.

4.3.4.2. *Microcyclops varicans* (Sars, 1863).

Espèce d'environ 1 mm de long. Les antennules sont très courtes; elle n'atteignent par le bord du premier segment thoracique (figure 4.9. D). La plaque intercoxale de P4 est divisée longitudinalement par un large sillon; elle est entièrement glabre. L'angle supéro-interne du basipodite de P4 est arrondi, sans épine mais porte des poils courts et fins (figure 4.11. D). L'unique article de P5 est cylindrique et long; il ne porte qu'une soie de taille moyenne pour une espèce appartenant à ce genre. La soie latérale du dernier segment thoracique est longue et recourbée vers l'arrière (figure 4.10. D). La furca est longue; l'indice furcal est supérieur à 3,5. La soie terminale interne est à peine plus longue que la soie terminale externe.

4.3.5. ESPECES DU GENRE *CRYPTOCYCLOPS* Sars, 1927.

Ce genre comprend de petites espèces qui mesurent moins de 0,8 mm. Le céphalothorax est globuleux avec une segmentation marquée. Les antennules de 11 articles sont très courtes et n'atteignent jamais le bord distal du premier segment thoracique. Les pattes natatoires possèdent deux articles. La soie de l'angle interne de la coxa de P4 est courte, forte et armée. La plaque intercoxale est glabre ou porte une très fine pilosité. Elle est particulièrement large (figure 4.11. C). La cinquième paire de pattes est composée d'un seul article trapu, muni d'une soie apicale. Comme chez *Microcyclops*, l'épine interne est réduite ou absente. Le cinquième segment thoracique porte une longue épine latérale, comme chez *Metacyclops* et *Microcyclops*. Le réceptacle séminal est difficilement visible. La partie proximale est plus développée que la partie distale. Les branches furcales sont moyennes, l'indice furcal est voisin de 3 ± 1 .

19 espèces composent ce genre dont 13 sont trouvées en Afrique. Une seule espèce a été observée au Bénin; elle n'a été que rarement récoltée dans la zone d'étude.

4.3.5.1. *Cryptocyclops linjanticus* (Kiefer, 1928).

Cryptocyclops linjanticus est une petite espèce de 0,75 mm en moyenne. Les antennules courtes dépassent juste le milieu du premier segment thoracique. La plaque intercoxale, très large, porte un rang transversal de petites épines. La soie interne du basipodite de P4 est trapue et la fait plutôt ressembler à une épine dentelée. L'angle supéro-interne du basipodite de P4 est arrondi, sans épine; il porte des poils courts et fins (figure 4.11. C). L'unique article de P5 est cylindrique et court; il ne porte qu'une soie de petite taille. La soie latérale du dernier segment thoracique est longue et recourbée vers l'arrière. La partie distale du réceptacle séminal est aplatie latéralement. La furca est moyenne; l'indice furcal est voisin de 3. La soie terminale interne est deux fois plus longue que la soie terminale externe.

4.3.6. ESPECES DU GENRE *TROPOCYCLOPS* Kiefer, 1927.

Genre comprenant de petites espèces qui mesurent moins de 1 mm de long. Le céphalothorax est globuleux avec une segmentation bien visible. L'abdomen est fin. Les antennules ont 12 articles et sont très longues: elles peuvent atteindre le bord distal du dernier segment thoracique. Les pattes natatoires possèdent trois articles. La cinquième paire de pattes est composée d'un seul article trapu muni de trois soies (figure 4.3. C). Le cinquième segment thoracique est orné de très longs poils sur la face latérale. Le réceptacle séminal est en forme de T. Les branches furcales sont moyennes, l'indice furcal est voisin de 3 ± 1 .

Sur les 13 espèces que ce genre comprend, 7 ont été rencontrées en Afrique. Nous n'avons observé qu'une seule espèce au Bénin qui était présente dans la zone d'étude.

4.3.5.1. *Tropocyclops confinis* (Kiefer, 1930).

Espèce dont la taille est inférieure à 0,7 mm. Les antennules sont particulièrement longues; elle atteignent le cinquième segment thoracique (figure 4.9. E). La plaque intercoxale de P4 est fine mais allongée; elle est divisée longitudinalement par un fin sillon; quelques poils dépassent du bord postérieur de la plaque intercoxale. La face interne du basipodite de P4 est arrondie et totalement glabre (figure 4.11. F). L'unique article de P5 est ovoïde et aplati; il porte trois soies d'assez grande taille. La face externe du dernier segment thoracique est ornée d'une touffe de longs poils perpendiculaires (figure 4.10. E). Le réceptacle séminal est caractéristique: l'aspect des lobes antérieurs évoque un oméga largement ouvert. La furca est longue; l'indice furcal est supérieur à 3,5. La soie terminale interne est deux fois plus courte que la soie terminale externe.

4.3.7. GENRES *EUCYCLOPS* Claus, 1893 ET *AFROCYCLOPS* Sars, 1927.

Ces deux genres, très voisins n'ont pas été rencontrés dans la zone d'étude, ni même en région d'endémie. Toutefois, leur présence au Bénin nous a incité à en faire une description sommaire, sans détailler la morphologie des espèces.

Le genre *Eucyclops* est composé de grandes espèces qui peuvent mesurer plus d'1,5 mm. Le corps est fin avec une segmentation nette. Les antennules ont 11 ou 12 articles et sont de taille moyenne. Elles ne dépassent pas le troisième segment thoracique (figure 4.9. F). Les pattes natatoires possèdent trois articles. La cinquième paire de pattes est composée d'un seul article triangulaire, muni de trois soies, comme chez *Afroscyclops* (figure 4.3. F). Le cinquième segment thoracique est orné de très longs poils sur la face latérale. Les branches furcales sont longues: l'indice furcal est compris entre 4 et 10. De plus, leur bord externe porte un rang longitudinal d'épines ou de soies appelé serra (figure 4.9. F).

60 espèces ont été décrites dont 20 sont connues en Afrique. Nous n'avons observé qu'une seule espèce au Bénin: *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851).

Le genre *Afroscyclops* se distingue du précédent par une furca généralement plus longue et plus fine ne portant pas de serra. Les antennules sont, en général, plus courtes que chez *Eucyclops*. Elles atteignent rarement le bord proximal du deuxième segment thoracique. Enfin, le bord interne du basipodite de P4 est arrondi.

Les 9 espèces décrites sont toutes africaines. Une espèce a été récoltée dans le sud du Bénin: *Afroscyclops gibsoni* (Brady, 1904).

CHAPITRE 5.
ÉCOLOGIE DES CYCLOPIDES.



Photographie Karl Steib

CHIPPAUX J.-P.- Identification des hôtes intermédiaires de *Dracunculus medinensis* au sud du Bénin. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*, 1991, 66 (2): 77-83.

CHIPPAUX J.-P. et MASSOUBODJI A.- Aspect épidémiologique de la dracunculose au Bénin. 2. Relations entre la périodicité des émergences et l'origine de l'eau de boisson. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 1991, 84: sous presse.

CHIPPAUX J.-P. et LOKOSSOU B.- Rôle de la quiescence des cyclopidés dans la transmission de la dracunculose. Soumis à *Tropical Medicine and Parasitology*

CHIPPAUX J.-P. et LENOIR F.- Influence des facteurs physico-chimiques sur les peuplements de vecteurs de la dracunculose. Soumis à *Hydrobiologie Tropicale*.

Les hôtes intermédiaires de la dracunculose sont des cyclopidés libres qui font partie du zooplancton dulçaquicole. La fragilité de ces organismes microscopiques s'oppose à l'abondance des populations que l'on peut observer dans les milieux aquatiques tropicaux.

Peu de travaux ont été jusqu'ici consacrés à l'écologie des hôtes intermédiaires de *D. medinensis*. Cette parasitose se développe essentiellement dans les petites collections d'eau de surface. C'est là que le contact hommes/hôtes intermédiaires/hommes est le plus favorable pour la transmission de la maladie. Nous avons évoqué la flore et la faune associées dans la description des villages d'étude (chapitre 2.2.). Dans les mares villageoises de petit volume (Agaga et Lissa), on n'observe pas de végétation aquatique et la faune est discrète. Au contraire, dans les réservoirs de barrage artificiel (Kakatéou) ou naturel (Sozoumè), flore et faune aquatiques sont riches et diversifiées. Elles varient en fonction du débit de la rivière.

5.1. FACTEURS ABIOTIQUES.

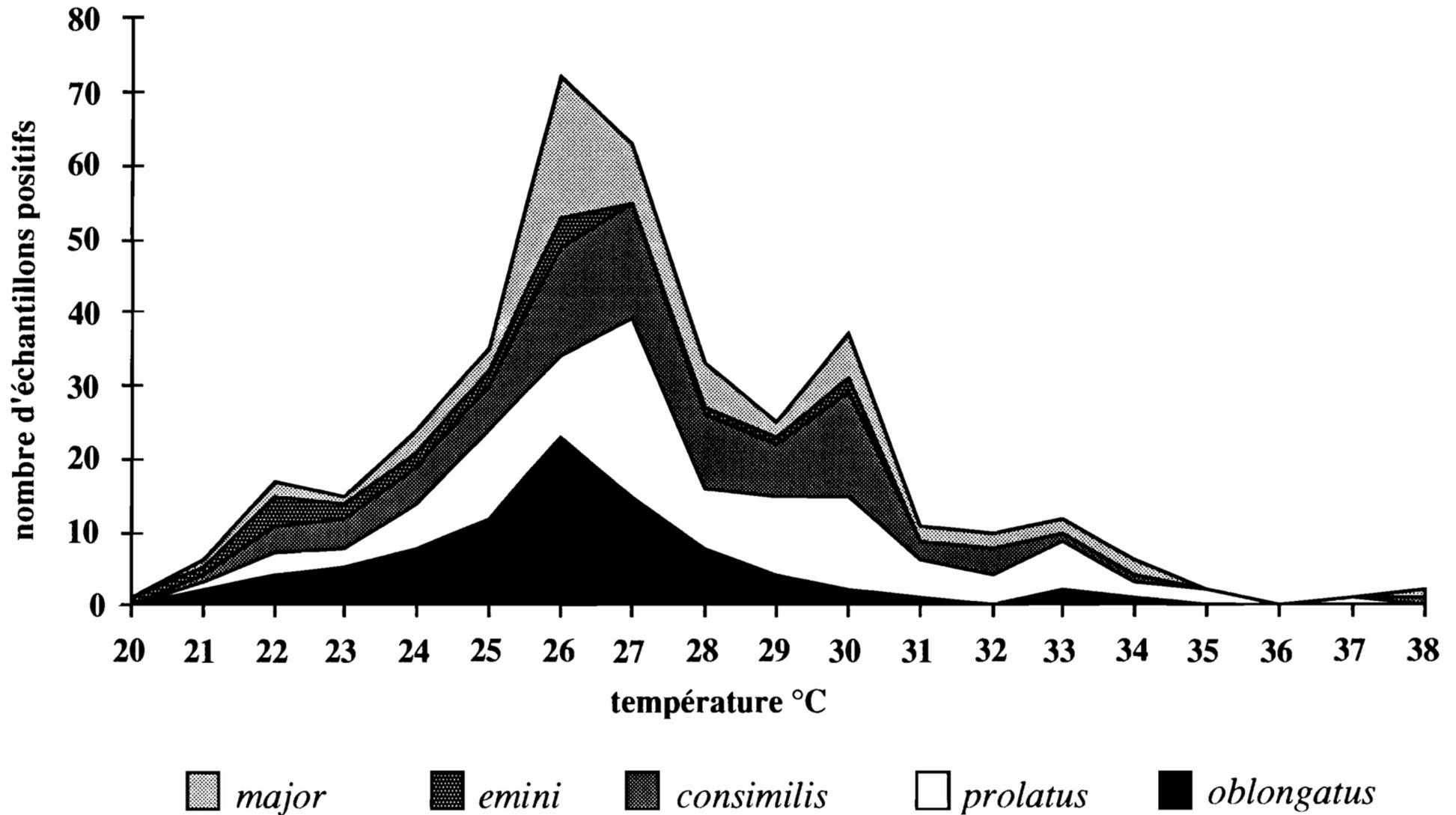
Nous avons inclus dans cette étude les résultats des mesures effectuées dans d'autres localités de la région. Au total, 53 points d'eau ont été prospectés.

Les facteurs physico-chimiques étudiés sont détaillés au paragraphe 2.5.2. La luminosité n'a pas été mesurée. La mare d'Agaga et la retenue de Sozoumè reçoivent de l'ombre pendant une grande partie de la journée, alors qu'à Kakatéou et Lissa, il n'y a pas de couvert végétal au dessus de l'eau qui bénéficie d'un ensoleillement maximal.

Dans les trois localités prélevées à diverses saisons, nous n'avons pas observé de variation notable des principaux composés chimiques dissous dans l'eau. En revanche, nous avons enregistré d'importantes variations saisonnières et nycthémérales de la

Figure 5.1.

Relation entre la densité de cycloptides et la température



température. Les écarts saisonniers peuvent atteindre des différences de 6° C dans les mares villageoises (Agaga, Lissa), 10° C dans les réservoirs de barrage (Kakatéou) et 5° C dans les lacs de petit volume. Les différentiels de température nyctémérale sont inversement proportionnels au volume d'eau considéré et largement dépendants de son ensoleillement. L'influence de la température sur le développement des populations de cyclopidés est manifeste (figure 5.1.). Toutes les espèces considérées comme de bons hôtes intermédiaires dans cette région endémique montrent un accroissement de population important pour les températures comprises entre 24 et 30 °C, qui sont les plus fréquentes en région intertropicale.

Nous n'avons pas observé de relation entre la densité de cyclopidés et le pH (figure 5.2.), l'oxygène dissous (figure 5.3.) ou la conductivité (figure 5.4.). De fortes densités de cyclopidés ont été retrouvées entre 0 et 14 mg.l⁻¹ d'oxygène, pour des pH compris entre 5,5 et 9 et une conductivité variant de 50 à 550 µS.cm⁻¹. Nous n'avons pas relevé de liaison étroite entre les densités de peuplements et les concentrations des principaux composés chimiques dissous dans l'eau considérés individuellement.

Les eaux courantes superficielles, appauvries en silice et cations sont en équilibre avec les argiles du groupe des kaolinites. En revanche, les eaux confinées, plus basiques, sont en équilibre avec les roches du groupe des smectites (cf. paragraphe 2.5.1.). L'indice de déséquilibre $D_{K/S}$ permet d'identifier le groupe auquel les collections d'eau se rattachent.

La majorité de nos échantillons sont en équilibre très stable avec les smectites (figure 5.5.). Six échantillons seulement sur 94 sont en équilibre avec les kaolinites. Trois d'entre eux, dont le rapport K/S est compris entre -0,28 et -0,59, proviennent de Kakatéou. Un autre (K/S = -0,86) provient également d'un réservoir de barrage. Le cinquième (K/S = -0,25)

Figure 5.2.

Relation entre la densité de cyclopides et le pH de l'eau

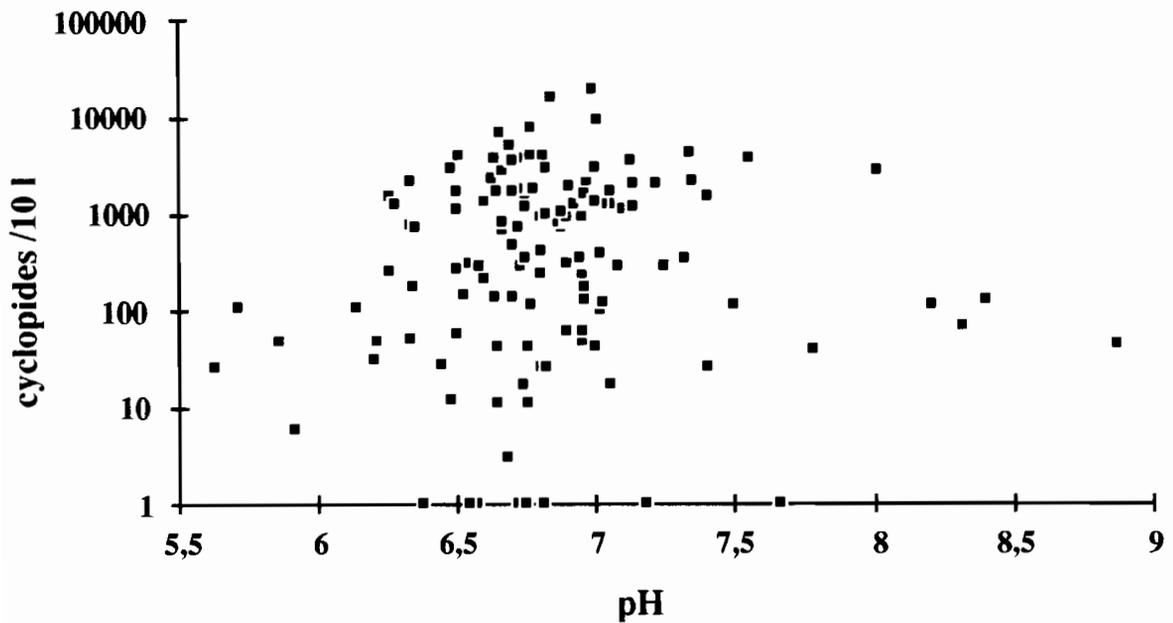


Figure 5.3.

Relation entre la densité de cyclopides et l'oxygène dissous

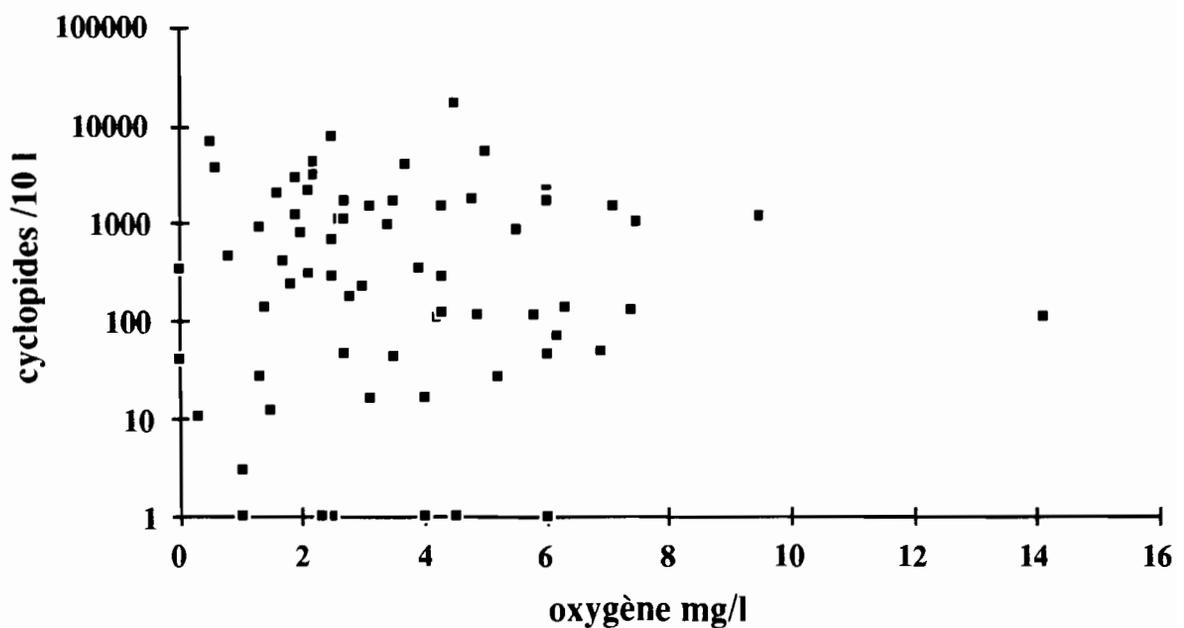
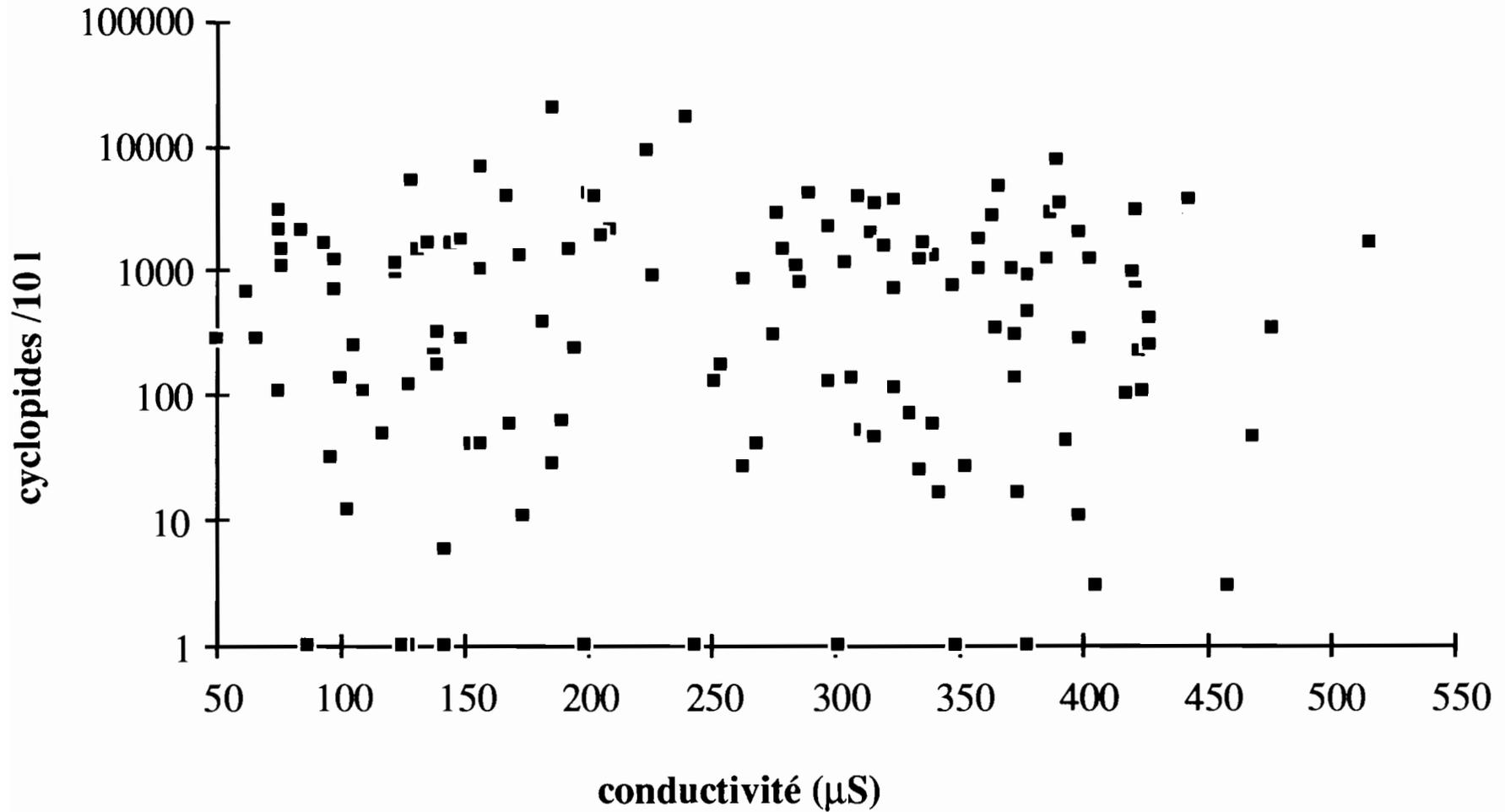


Figure 5.4.

Relation entre la densité de cyclopides et la conductivité



a été récolté dans un réservoir situé dans une carrière de latérite désaffectée et le dernier ($K/S = -0,15$) dans un puits traditionnel non busé. Le rapport moyen K/S est de $0,57 \pm 0,06$ à Agaga et de $0,96 \pm 0,06$ à Lissa. A Kakatéou, ce rapport est de $0,03 \pm 0,25$.

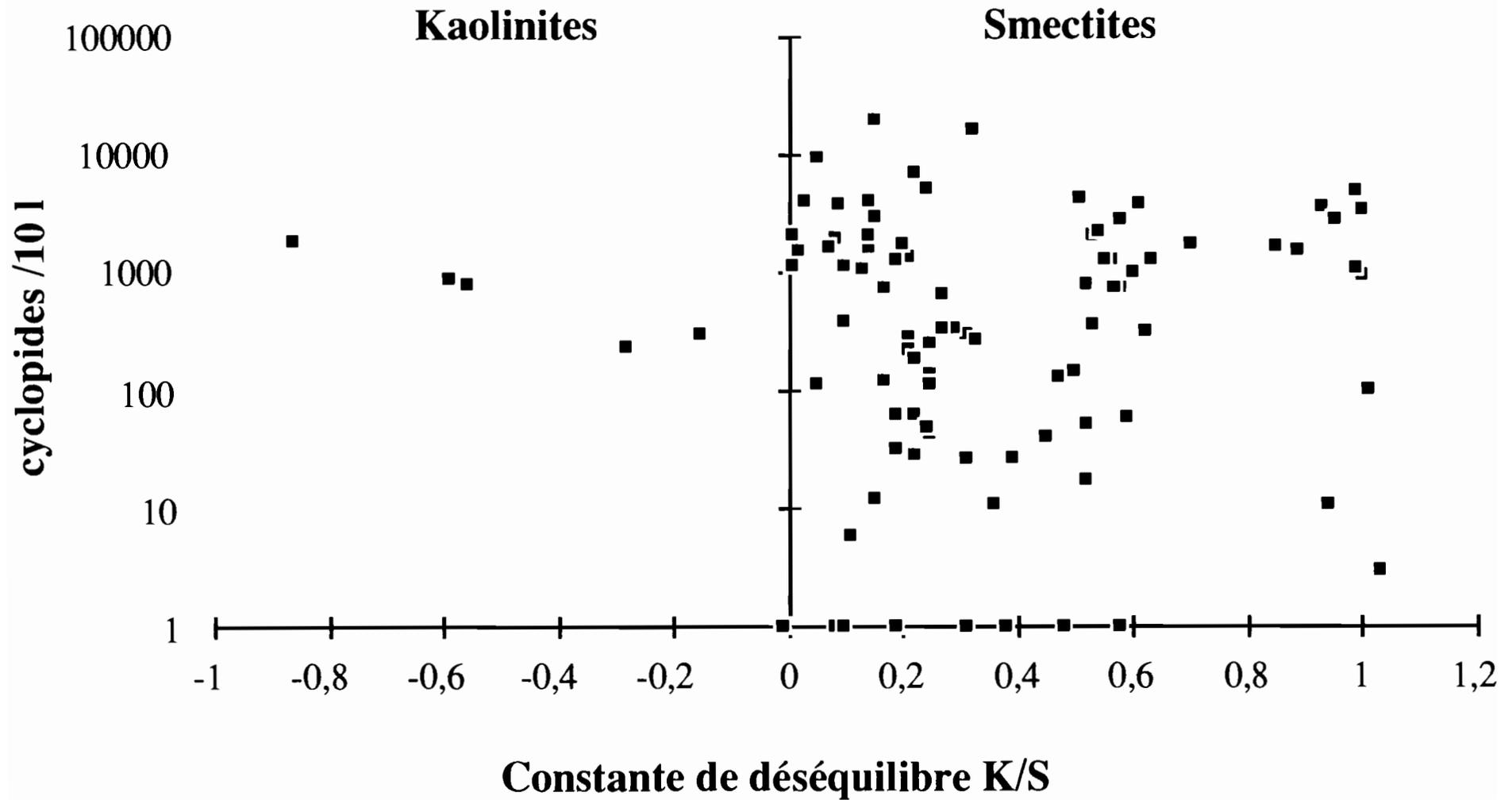
A priori, les points d'eau de faible volume devraient être très sensibles aux facteurs climatiques. Les variations saisonnières et nycthémérales de températures peuvent être importantes, notamment en saison d'harmattan. De même, leur mise en charge, à la suite des précipitations ou à partir des aquifères, devrait modifier les caractéristiques chimiques des eaux. L'étude des relations entre les modifications physico-chimiques des eaux et les densités de cyclopidés pourrait permettre de définir les conditions favorables au développement des hôtes intermédiaires.

Bien qu'il n'y ait pas de corrélation entre le rapport K/S et la densité des peuplements d'hôtes intermédiaires, la très grande fréquence des points d'eau en situation d'équilibre avec les smectites semble indiquer que ce type de milieu est favorable à la transmission du ver de Guinée. Les prélèvements ont été effectués en différents endroits d'une région de plus de 15.000 km². Ceci exclut une origine géologique identique de nos échantillons. Il est vrai que le choix des points d'eau a été raisonné (nous avons prélevé systématiquement les mares à risque élevé de transmission dracunculienne), mais nous attendions une fréquence analogue de mares en équilibre avec les kaolinites.

Les petites mares naturelles correspondent toutes à des systèmes stables, ou avec de faibles variations physico-chimiques, dans le domaine des smectites. Les étangs, ou les petits lacs de moins d'un million de m³, sont également en situation d'équilibre stable dans le domaine des smectites. En revanche, les réservoirs de barrage, quel que soit leur volume, montrent d'assez grandes variations saisonnières, comme c'est le cas à

Figure 5.5.

Relation entre la densité de cyclopides et la composition chimique de l'eau



Kakatéou. C'est essentiellement dans ces types de points d'eau que nous avons observé les milieux en équilibre avec les kaolinites.

Tous les points d'eau prospectés sont des foyers de dracunculose connus, mais nous ne pouvons affirmer, à la suite de ces travaux, que les milieux en équilibre avec les kaolinites soient défavorables à la transmission de la dracunculose. L'étude spécifique des densités des hôtes intermédiaires de *D. medinensis* mériterait d'être menée dans de tels points d'eau pour confirmer cette hypothèse.

5.2. VARIATION SAISONNIERE DES DENSITES DE CYCLOPIDES.

Les variations saisonnières des peuplements de cyclopidés sont décrites dans toutes les collections d'eau, y compris les lacs de grand volume (Dussart, 1969; Gras et Saint-Jean, 1983; La Barbera and Kilham, 1974; Sehgal, 1983; Sharma, 1984). Nous les avons observées dans des lacs (Toho-Todougba: 20 km²) ou étangs (Djidja: 0,5 km²) de la région (Chippaux, résultats non publiés). Il est toutefois vraisemblable que les populations des mares temporaires de petit volume soient plus sensibles aux variations climatiques.

5.2.1. DENSITE DES PEUPEMENTS.

5.2.1.1. Etude des peuplements.

La densité des peuplements de cyclopidés, au cours de l'année, apparaît globalement bimodale dans les différents points d'eau prospectés. En saison des pluies, la dispersion des individus se traduit par une raréfaction des cyclopidés. Parfois même, le lessivage ou le courant dans les rivières emportent les cyclopidés qui disparaissent alors complètement. En milieu de saison sèche, même si les points d'eau ne sont pas asséchés, il y a une forte réduction de la densité de peuplement. Certaines

espèces se développent précocement aux premières pluies, mais elles disparaissent rapidement après le "bloom" qui ne dure que quelques jours et semble insuffisant pour assurer la transmission du parasite; le développement larvaire réclame en effet deux à trois semaines chez l'hôte intermédiaire (cf. paragraphe 3.1.2.).

- A Agaga, dans la mare naturelle permanente, les effectifs maximaux sont observés en début de saison sèche (septembre à novembre) et en début de saison des pluies (mai à juillet). Les densités de cyclopidés sont toujours relativement élevées, ce qui peut expliquer une transmission à peu près constante toute l'année, même si elle est faible en moyenne (figure 5.6.). La forte réduction de densité de peuplement en 1987 et 1988 demeure inexpliquée.

- A Kakatéou, dans le bassin de retenue du barrage, la densité de cyclopidés est plus stable (figure 5.7.). Après l'arrêt du courant en septembre, la croissance du peuplement est progressif, puis stationnaire pendant toute la saison sèche. L'étiage, qui évolue rarement vers l'assèchement complet de la retenue d'eau, n'influe pas de façon notable sur la densité des cyclopidés. En revanche, la composition taxonomique du peuplement se modifie nettement au cours des saisons.

- A Lissa, dans la mare surcreusée permanente, la densité du peuplement affecte une courbe bimodale caractéristique (figure 5.8.). Le milieu de chaque saison marque une réduction nette du peuplement. La variabilité entre les années est importante: en avril 1988, la densité est dix fois plus élevée que les autres années.

- A Sozoumè, la densité de peuplement dans un réservoir naturel de rivière temporaire est rythmée par le courant violent en saison des pluies et l'assèchement total en fin de saison sèche (figure 5.9.). La période de décrue (de novembre à

janvier) est seule véritablement propice à la croissance des cyclopidés.

5.2.1.2. Etude des populations.

La température moyenne se révèle être un facteur spécifique important (figure 5.10. à 5.14.). A côté d'espèces ubiquistes et abondantes (*Thermocyclops proclatus*, *Th. decipiens*, *Th. oblongatus*, *Th. consimilis*), d'autres sont plus spécialisées, comme *Th. emini*, récolté préférentiellement dans les eaux fraîches. En revanche, il n'apparaît pas d'effet net ou univoque des différentiels de température sur les populations vectrices de dracunculose.

A Agaga, où *Th. oblongatus* représente 90% des spécimens récoltés, cette population est abondante toute l'année. Aucune variation de densité ne correspond à un écart particulier de température (figure 5.15.). En saison sèche, la densité de la population suit une courbe parallèle à la température mensuelle moyenne. En juillet, le différentiel important de température nyctémérale semble compenser la basse température mensuelle moyenne, comme si le réchauffement de l'eau pendant la journée suffisait pour assurer le maintien de *Th. oblongatus*.

A Lissa, *Th. proclatus* est largement dominant toute l'année. En février, la baisse importante de la densité de cyclopidés pourrait être expliquée par le refroidissement de l'eau, dû à l'harmattan, qui ralentit le développement larvaire (figure 5.16.).

A Agaga comme à Sozoumé, la réduction de densité en saison des pluies relève d'un phénomène de dilution.

Dans les autres localités, il est difficile d'analyser les densités spécifiques des peuplements en raison de leur composition taxonomique complexe.

Figure 5.6.

Variation saisonnière de la densité de cyclopidés à Agaga

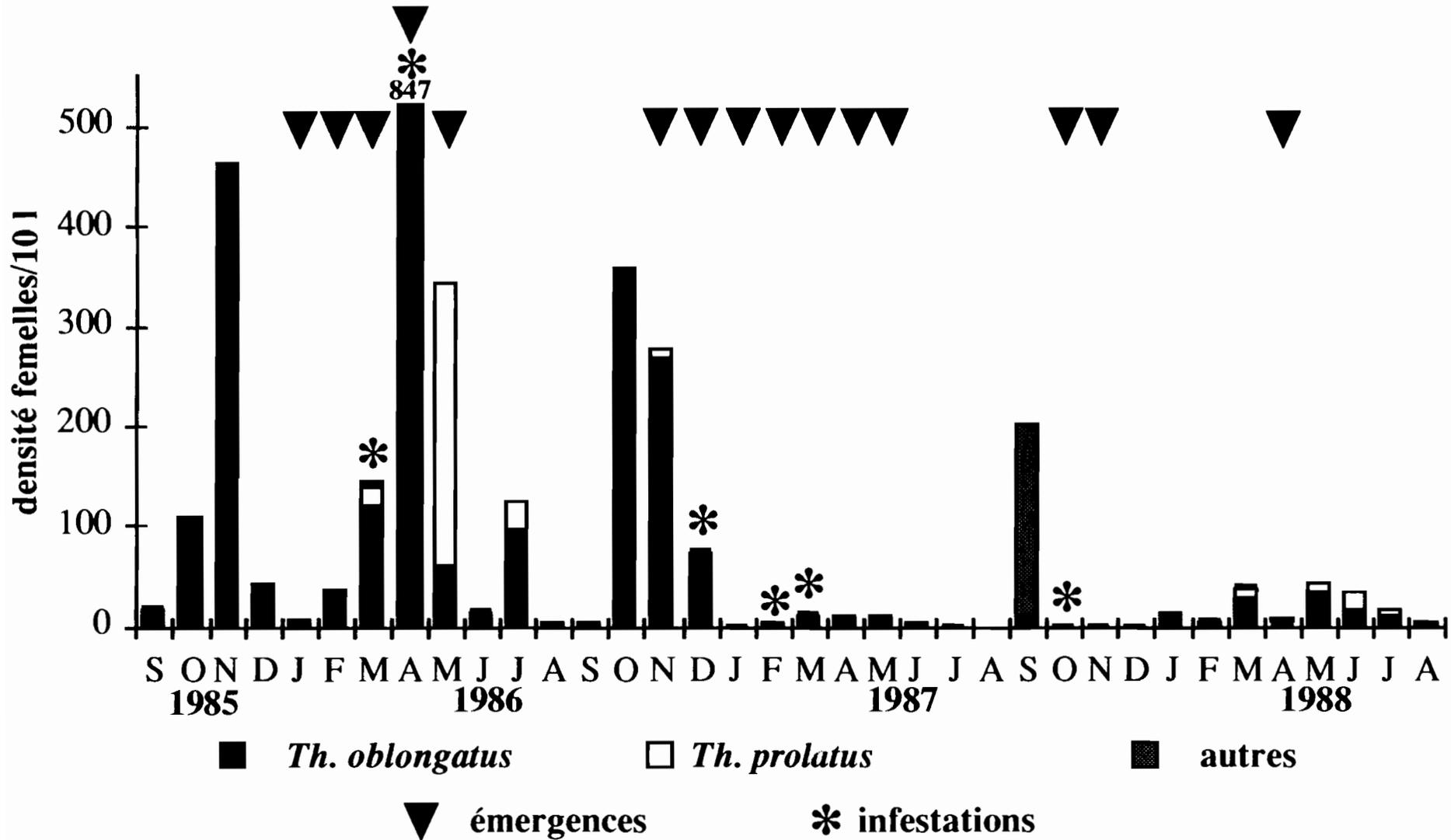


Figure 5.7.
**Variation saisonnière de la densité de cyclopides
à Kakatéou**

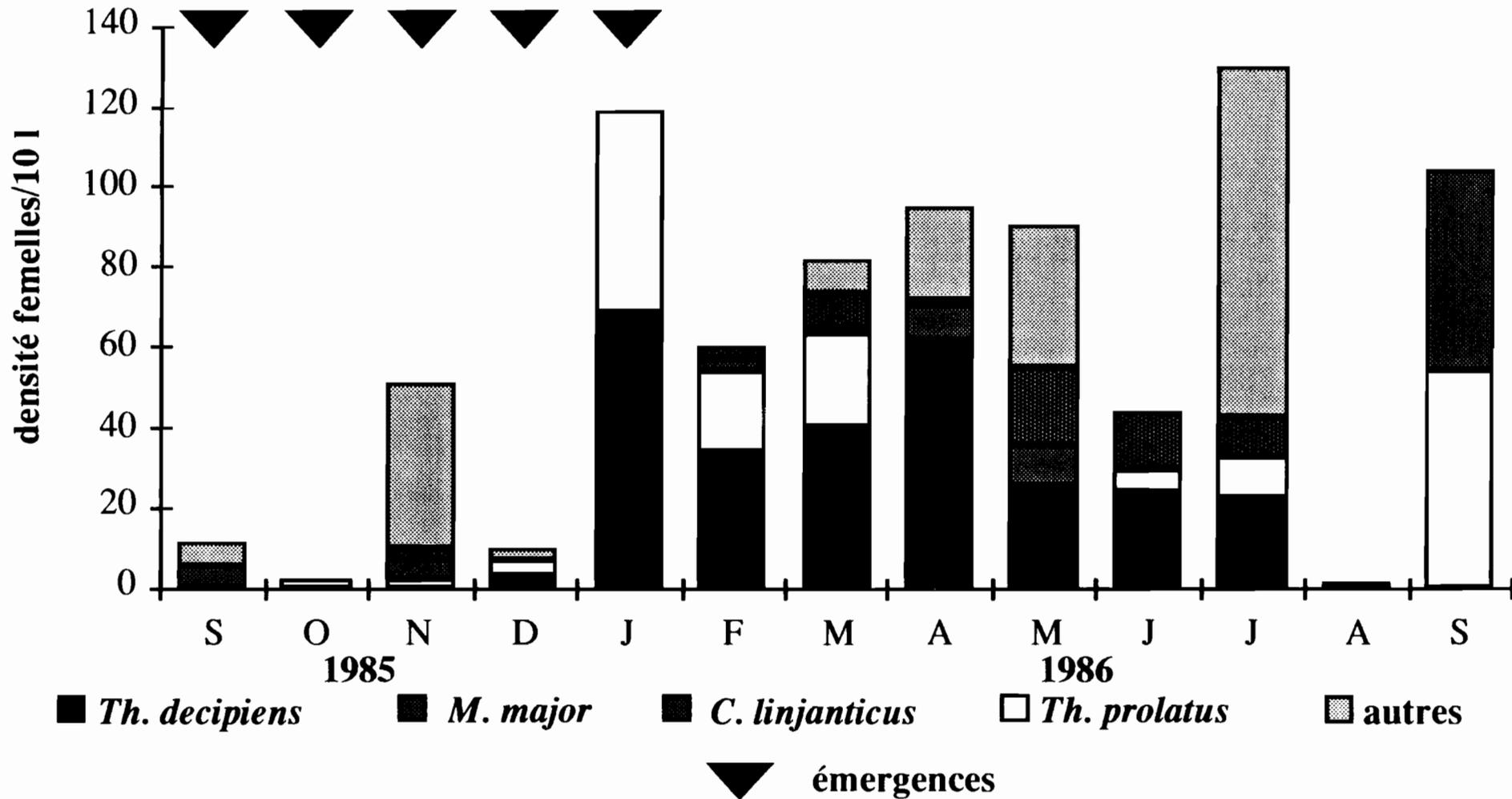


Figure 5.8.

Variation saisonnière de la densité de cyclopides à Lissa

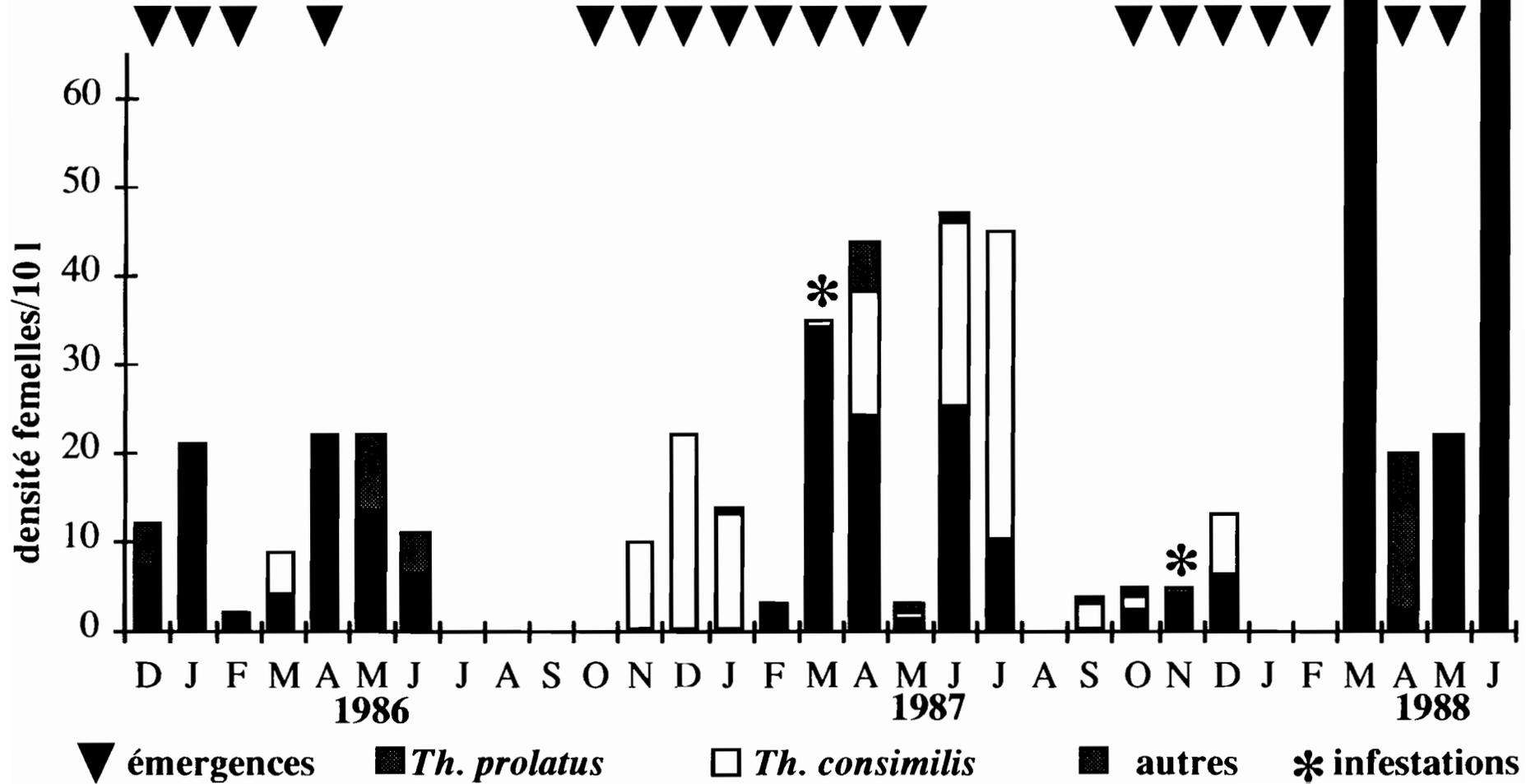


Figure 5.9.

Variation saisonnière de la densité de cyclopides à Sozoumé

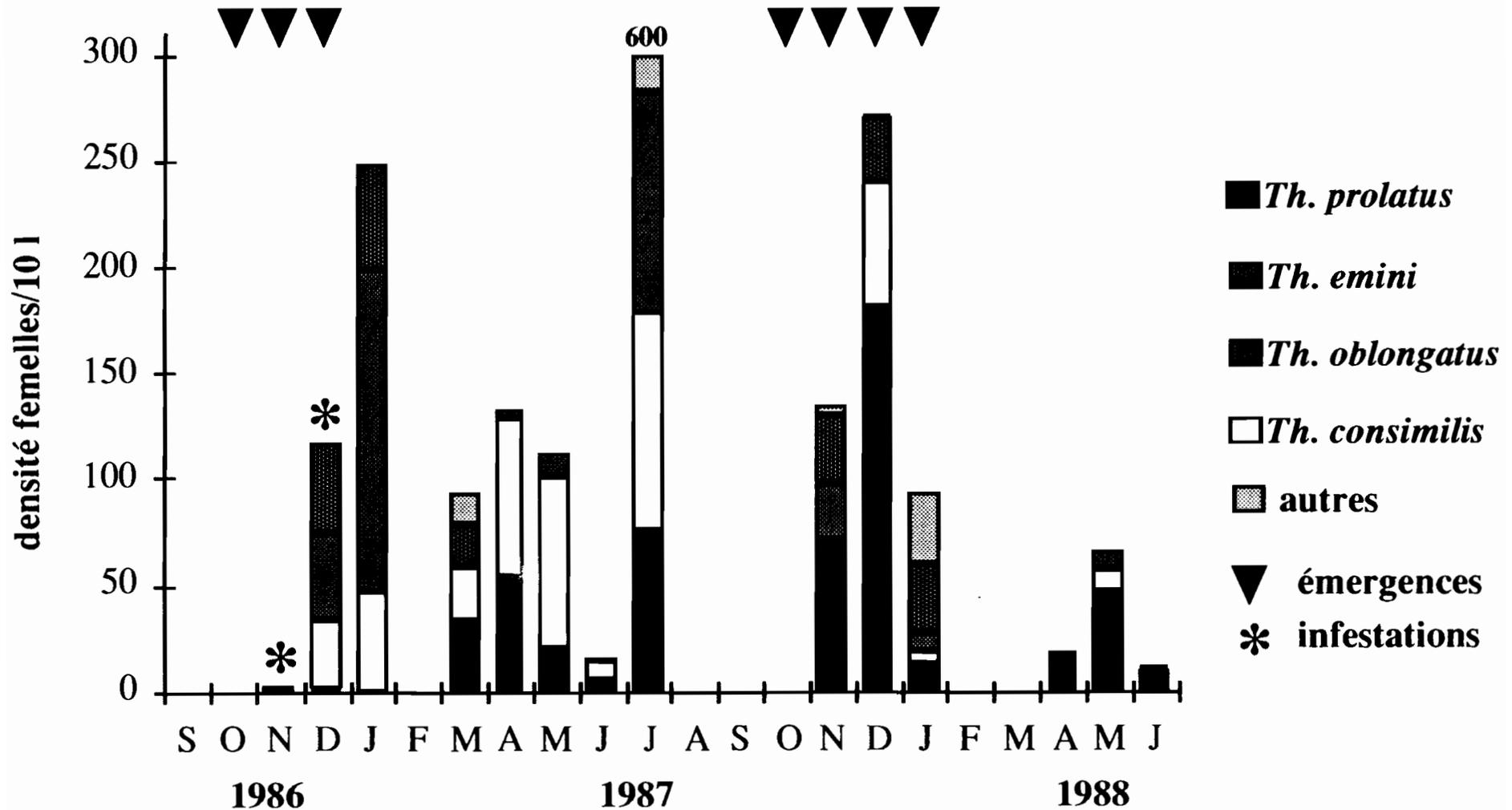


Figure 5.10.

Fréquence relative des principales espèces de cyclopides en fonction de la température de l'eau

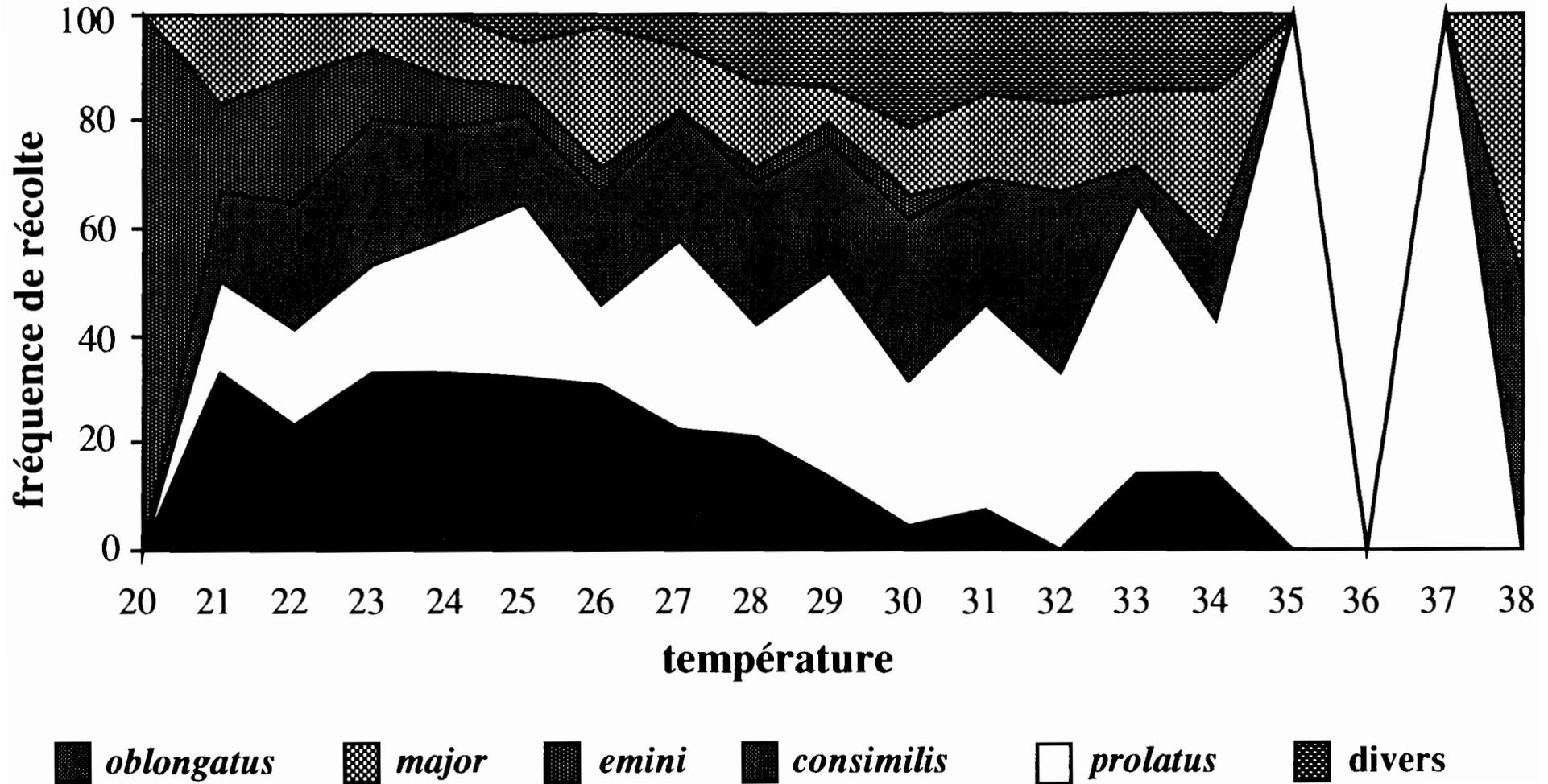


Figure 5.11.
Relation entre les densités spécifiques
des cyclopides et la température

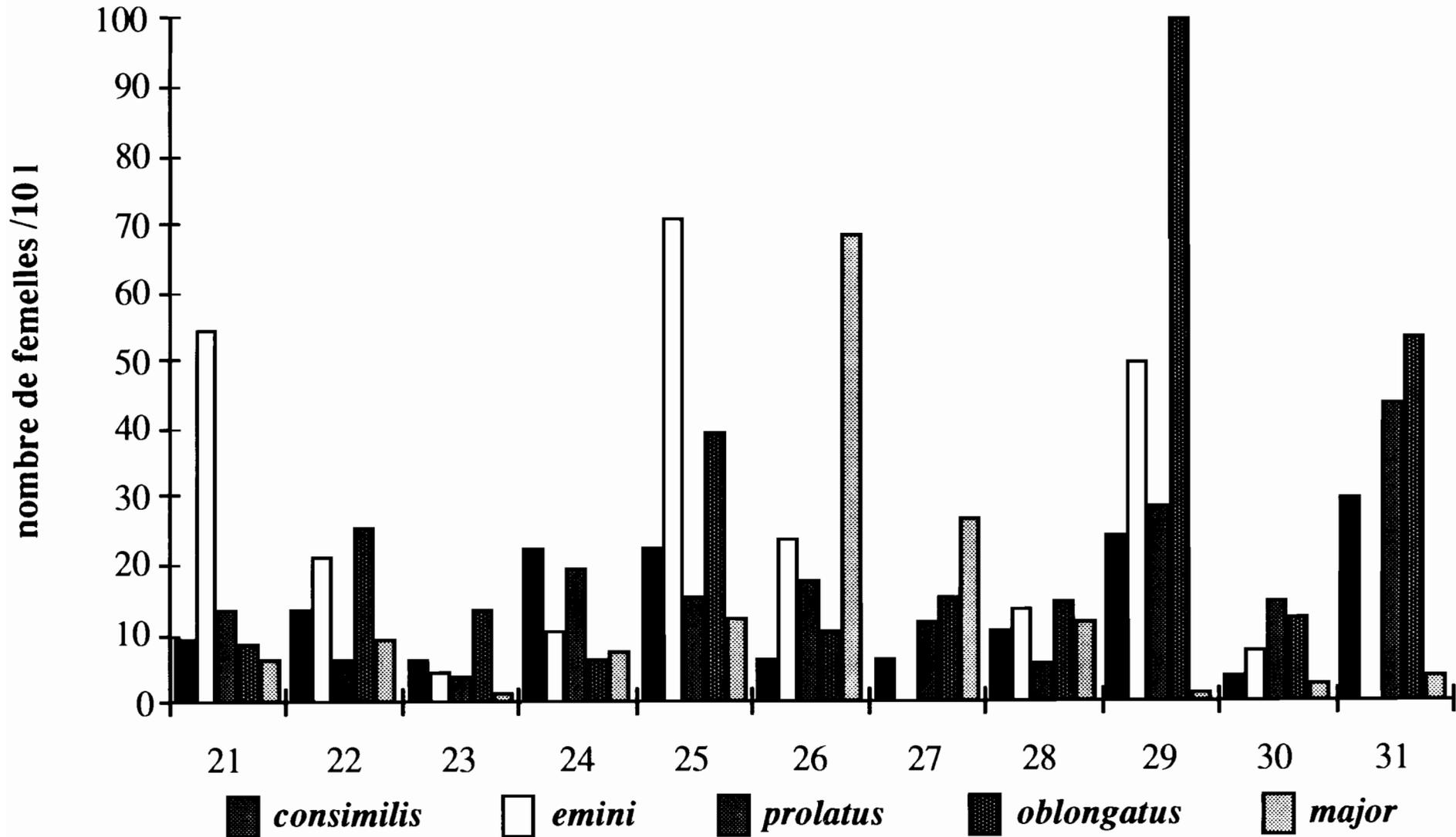


Figure 5.12.

Relation entre la densité des cyclopides et la température

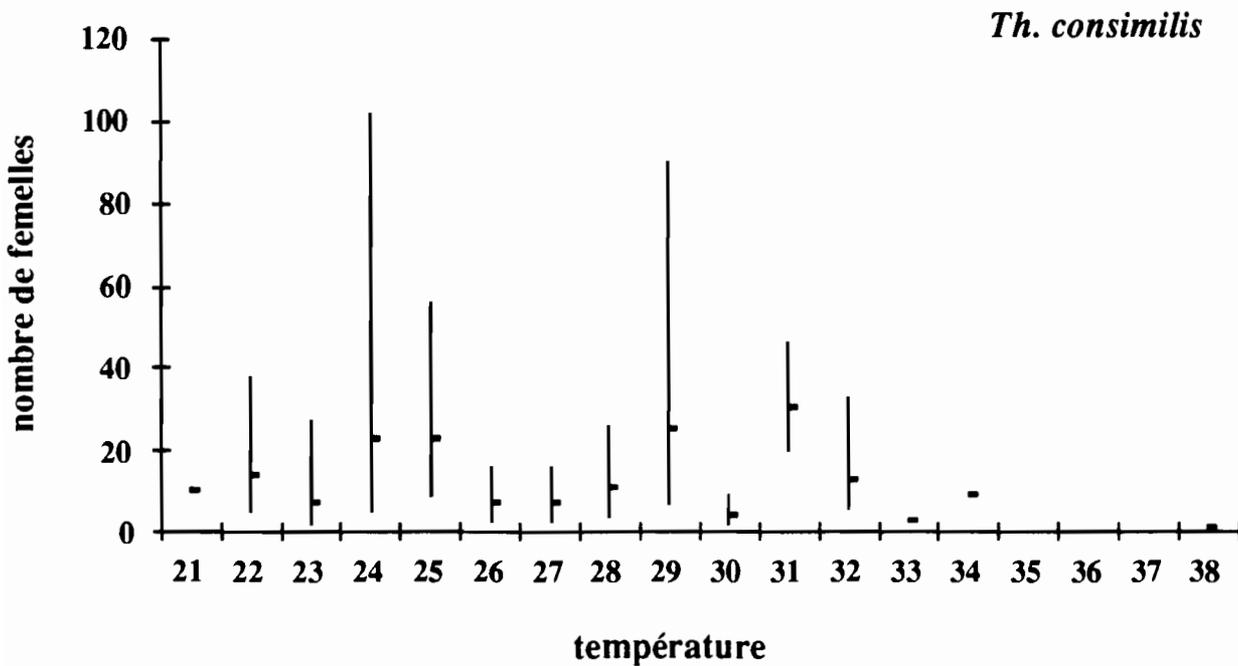
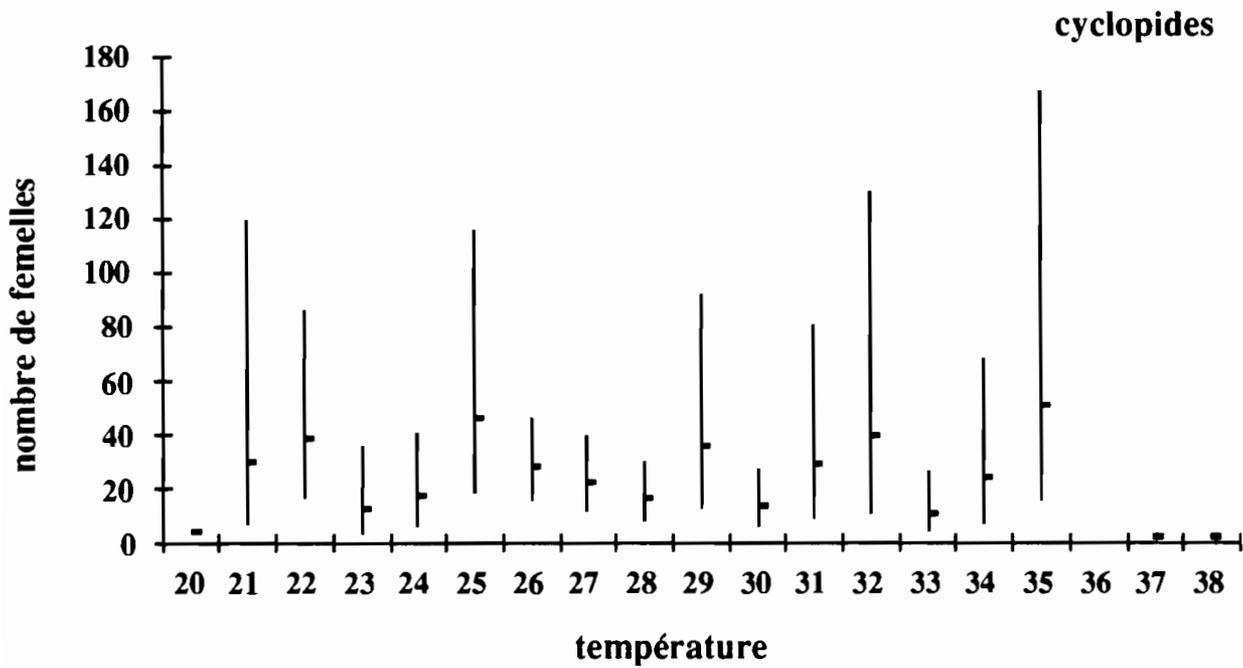


Figure 5.13.

Relation entre la densité des cyclopides et la température

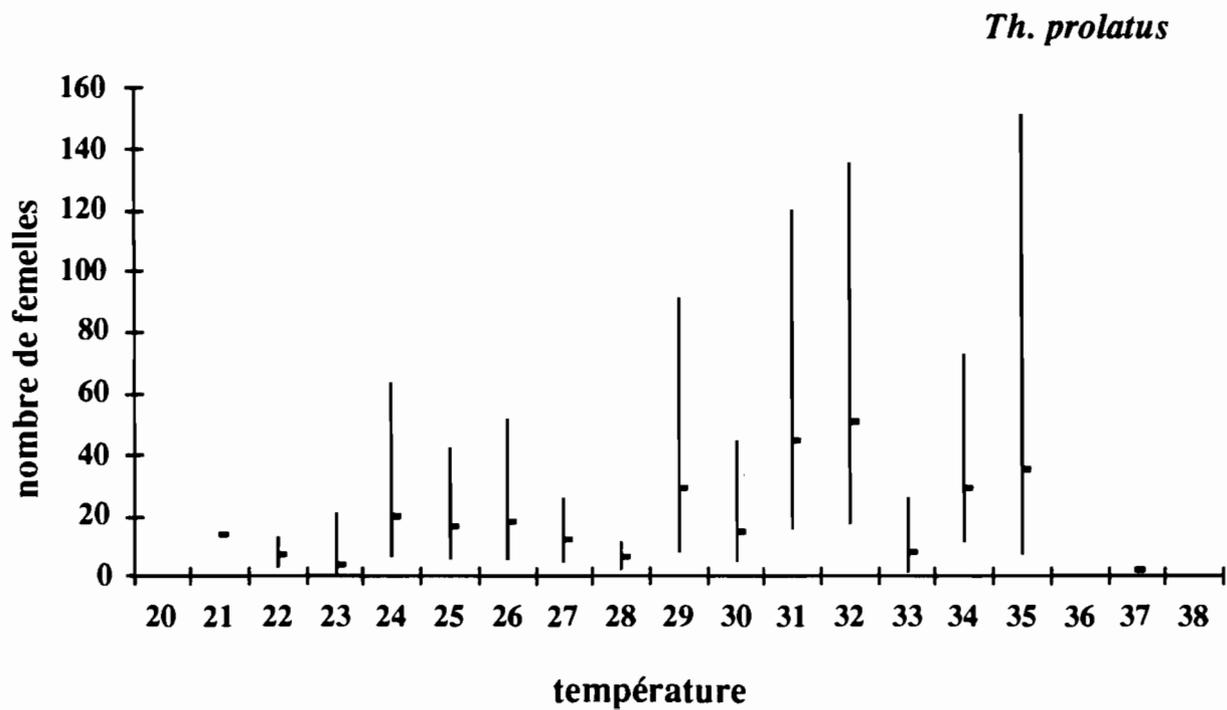
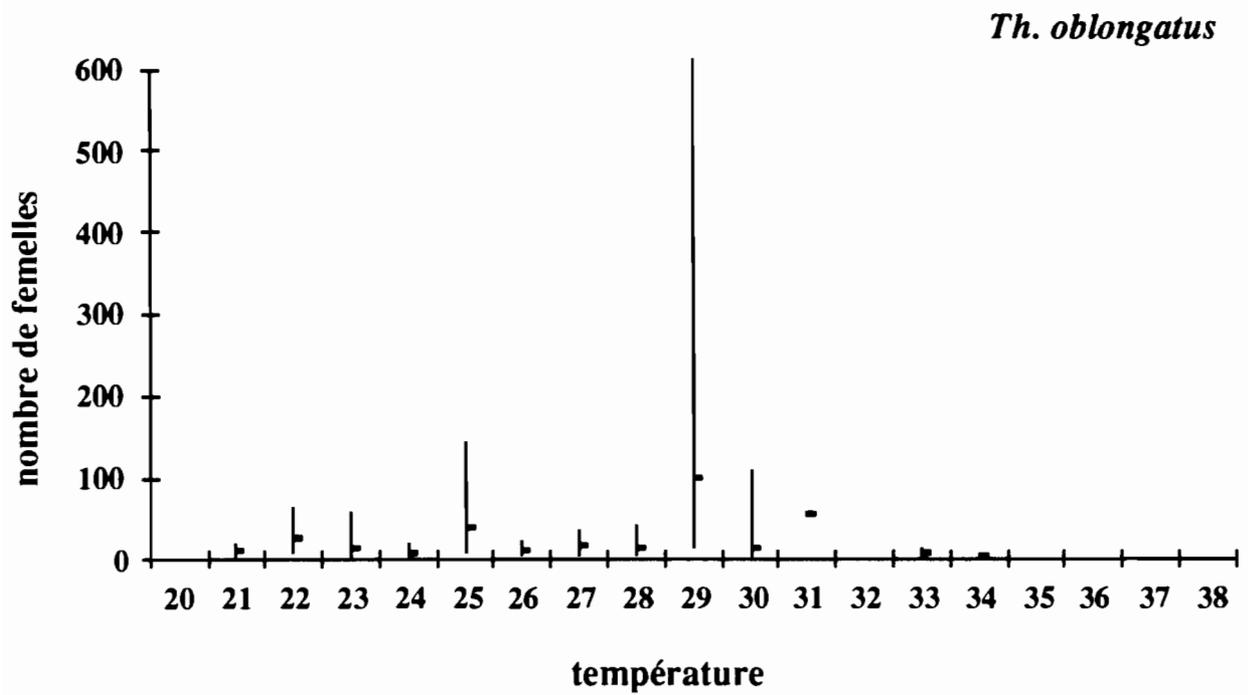


Figure 5.14.

Relation entre la densité des cyclopides et la température

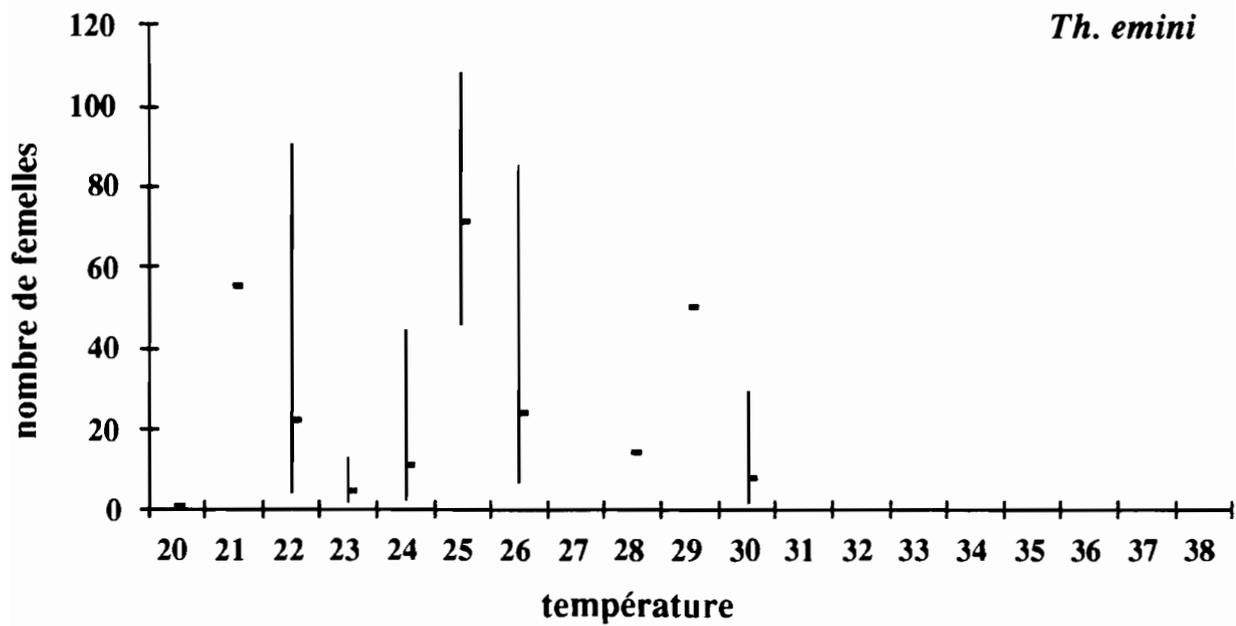
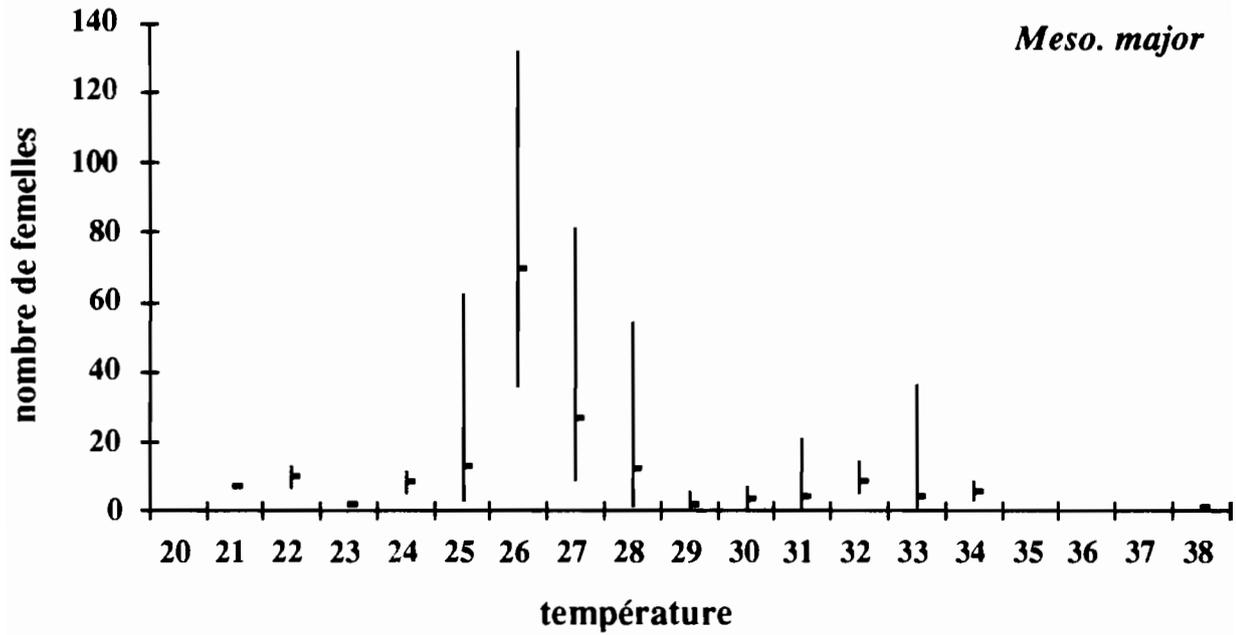


Figure 5.15.

Relation entre les variations de température et la densité des cyclopides à Agaga

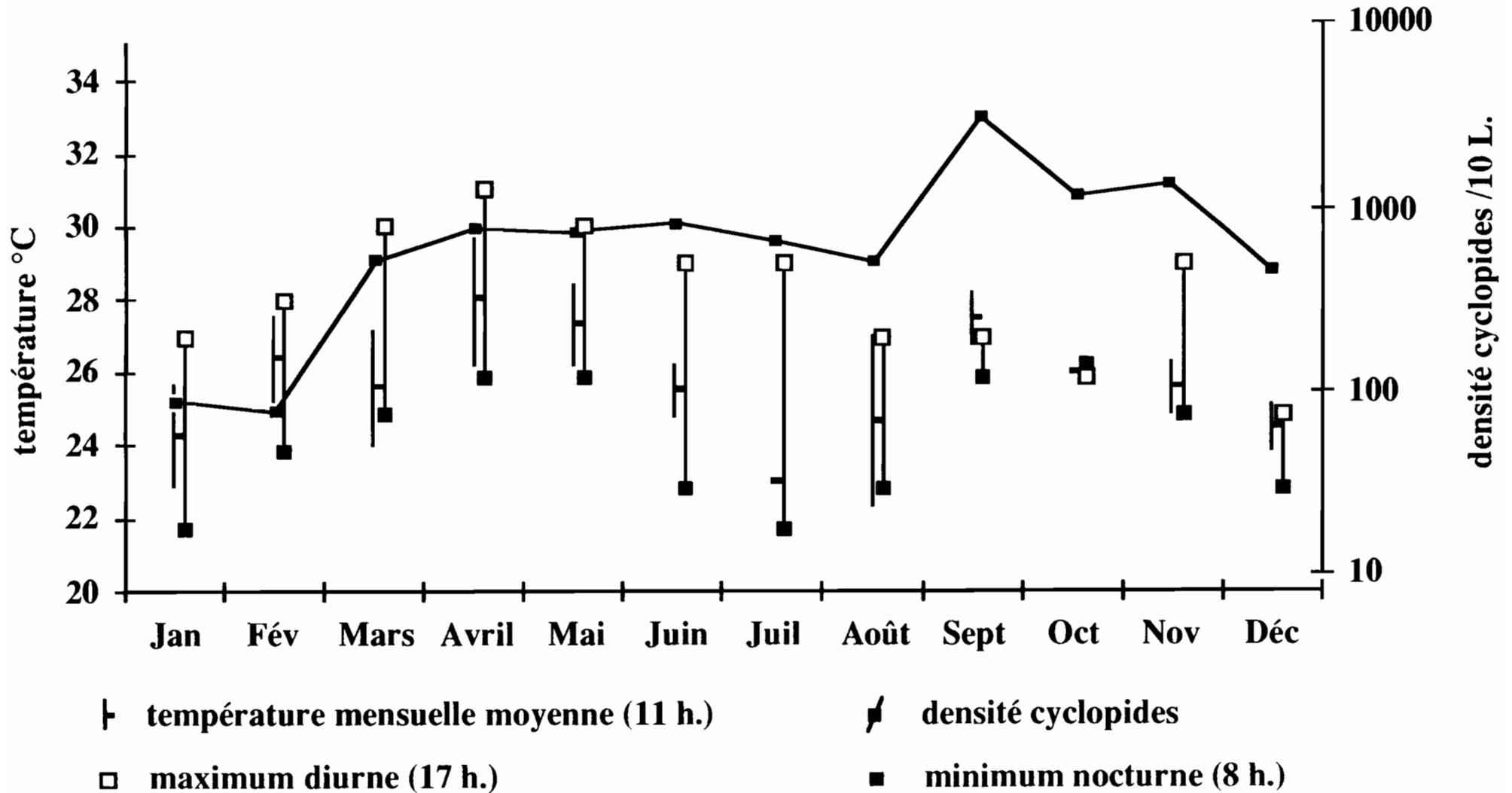
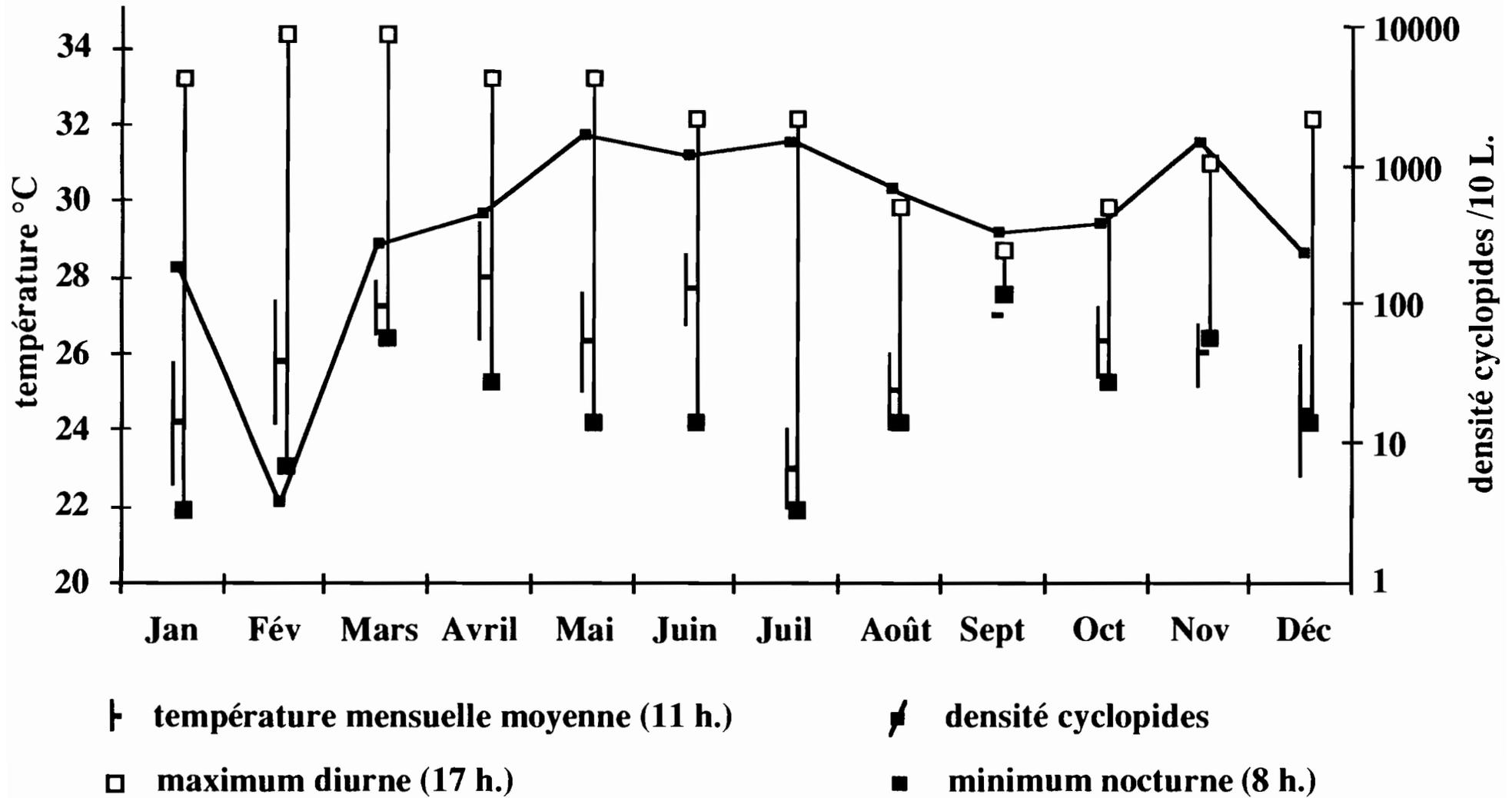


Figure 5.16.

Relation entre les variations de température et la densité des cycloptides à Lissa



5.2.1.3. Migrations verticales.

Contrairement aux observations d'Onabamiro (1952a et 1954), faites pourtant dans un milieu similaire au nôtre, nous n'avons pas relevé de migrations verticales nycthémerales (chapitre 2.5.2.; figure 2.7.). Celles-ci ont été décrites dans des grands volumes d'eau comme une stratégie de défense contre les principaux prédateurs des cyclopidés (Zaret et Suffern, 1976; Stich et Lampert, 1981). Il paraît vraisemblable que les mares villageoises où nous l'avons recherché (Agaga et Lissa) présentent un volume trop faible pour mesurer ce phénomène, d'autant plus que l'absence de prédateur le rend superflu.

L'évolution saisonnière des densités de peuplement de cyclopidés correspond à ce qui avait été observé par Guiguemdé *et al.* (1987) au Burkina Faso, dans une zone écologique assez proche de la nôtre, mais où la transmission a lieu en saison des pluies (Steib, 1987). La dynamique du peuplement est complexe dans la mesure où certaines espèces connaissent une seule génération annuelle (espèces monocycliques), et d'autres, plusieurs générations successives ou séparées (espèces di- ou polycycliques). Les facteurs induisant ou bloquant les cycles ne sont pas identifiés (Dussard, 1967). Il est toutefois remarquable que les modifications importantes intervenant sur la densité des peuplements et leur composition spécifique se situent aux changements de saison.

5.2.2. RESISTANCE A L'ANHYDROBIOSE.

5.2.2.1. Espèces observées.

37 échantillons de terre, sur les 72 prélevés dans le lit des mares asséchées, se sont révélés positifs. Outre les cyclopidés, nous avons trouvé des harpactoides, des cladocères, des rotifères et des insectes terricoles (hémiptères, staphylins,

hyménoptères, etc..). Ces derniers se sont installés après l'assèchement des points d'eau prospectés.

Tableau 5.1. Variétés de Copépodes identifiés au centre du Bénin dans les mares et les fonds de mares asséchées (A = abondant, F = fréquent, R = rare, - = non rencontré).

Copépodes présents dans le Zou	M a r e s Mares en eau	p r o s p e c t é e s Prélèvement de terre
<i>Mesocyclops</i>		
<i>aspericornis</i>	-	-
<i>kieferi</i>	-	-
<i>major</i>	F	F
<i>rarus</i>	-	-
<i>roebni</i>	-	-
<i>Thermocyclops</i>		
<i>consimilis</i>	F	F
<i>decipiens</i>	A	-
<i>emini</i>	-	-
<i>inopinus</i>	-	-
<i>neglectus</i>	-	-
<i>oblongatus</i>	A	-
<i>prolatus</i>	F	-
<i>Metacyclops</i>		
<i>margaretae</i>	F	F
<i>minutus</i>	F	A
<i>Microcyclops</i>		
<i>rubelloides</i>	-	-
<i>varicans</i>	F	F
<i>Cryptocyclops</i>		
<i>linjanticus</i>	R	R
<i>Tropocyclops</i>		
<i>confinis</i>	F	-
<i>Afroscyclops sp.</i>	-	-
<i>Eucyclops sp.</i>	-	-
Harpactoides	R	R
Calanoides	-	-

Le tableau 5.1. rappelle les espèces de cyclopidés identifiées dans les sources d'eau de surface de la région et celles récoltées dans nos échantillons de terre. La plupart des espèces observées dans nos échantillons sont des espèces permanentes (*Mesocyclops major*, *Thermocyclops consimilis*), à cycle précoce (*Metacyclops minutus*, *Meta. margaretae*, *Microcyclops varicans*) ou à cyclomorphose indéterminée (*Cryptocyclops linjanticus*). Les espèces à cycle tardif (comme *Tropocyclops confinis* ou *Th. emini*), rares (*Meso. rarus*, *Meso. kieferi*, *Th. inopinus*, *Micro. rubelloides*) ou celles qui peuplent les eaux riches en matières décomposées et pauvres en oxygène (*Eucyclops* ou *Afrocyclops sp.*) sont absentes de nos échantillons.

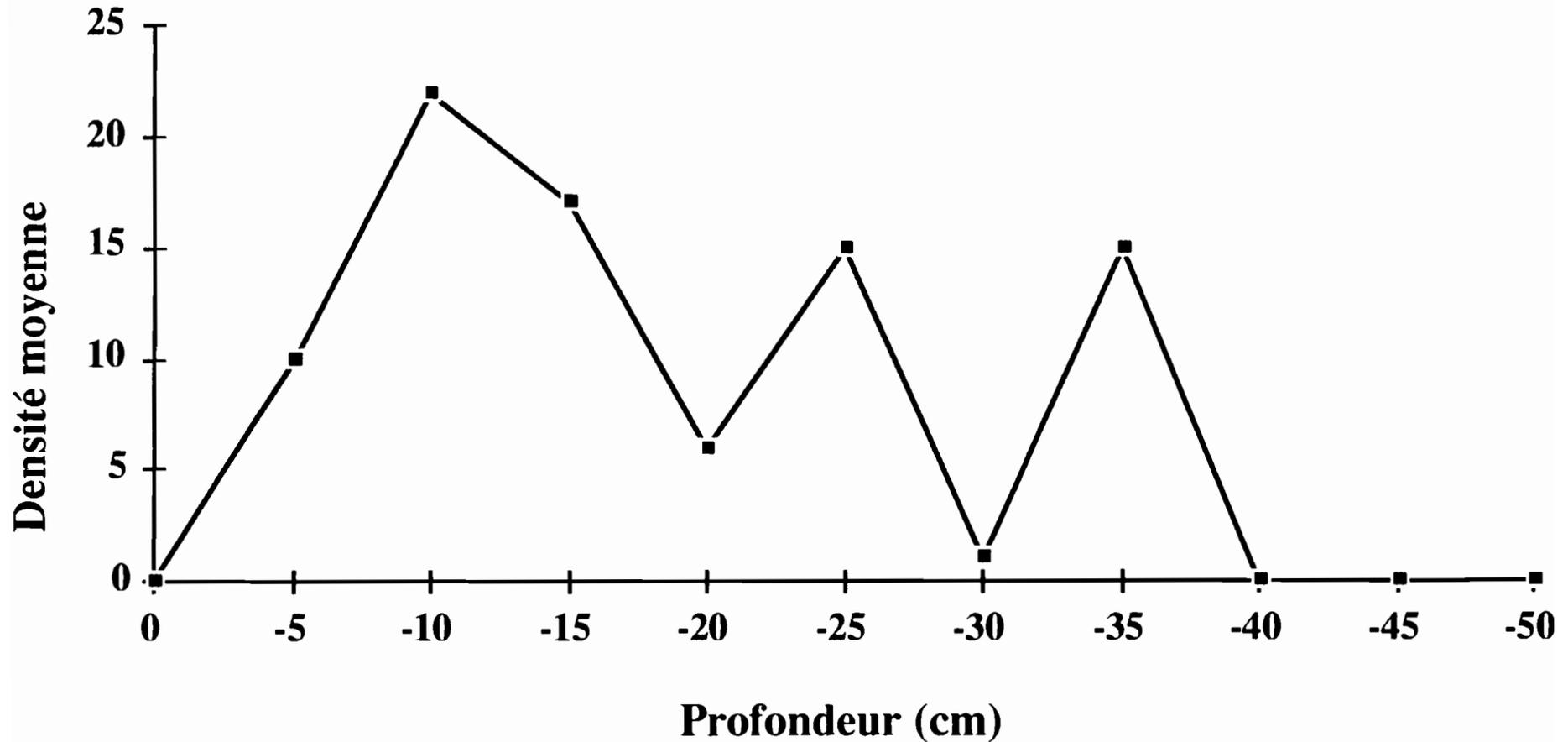
5.2.2.2. Densité et développement des cyclopidés.

Après la mise en eau, l'apparition des cyclopidés dans les échantillons est précoce. Les premiers copépodites, tous au stade IV, sont observés dès la trentième minute. 65% des prélèvements positifs sont identifiés avant la septième heure et 95% au cours des 24 premières heures. Toutefois, nous avons retrouvé un échantillon positif le deuxième jour et un second le quinzième jour suivant la mise en eau du prélèvement. La première femelle portant des sacs ovigères a été remarquée à la 23^{ème} heure, les suivantes l'ont été au cours de la deuxième journée. Une nouvelle génération de cyclopidés est présente dès la troisième journée après la mise en eau.

La densité de cyclopidés exprimée correspond à l'effectif maximum observé au cours de l'un des comptages effectués sur chaque échantillon pendant les 48 premières heures. La densité moyenne des échantillons positifs est de 15 +/- 5.8 cyclopidés par litre de terre, soit 8 +/- 3,5 cyclopidés par litre pour l'ensemble des échantillons ($p = 0,05$). Aucun des huit prélèvements provenant du flanc des mares n'a libéré de cyclopidés, alors que les échantillons recueillis au fond de ces mares hébergeaient des densités supérieures à la moyenne.

Figure 5.17.

Densité moyenne des cycloptides des échantillons de terre positifs en fonction de la profondeur



Dès les premiers centimètres, sous la croûte sèche qui recouvre le fond de la mare, on rencontre des cyclopidés en quiescence. L'irrégularité de la courbe résulte de la diversité des sols prélevés, comme je l'explique plus loin. La densité moyenne est irrégulière d'un niveau à l'autre, évoluant de 1 à 22 cyclopidés par litre de terre (figure 5.17.). La fréquence d'échantillons positifs est plus régulière. Elle est de 40 +/-10% jusqu'à 20 cm au dessous du niveau du sol, de 85 +/-10% entre 20 et 35 cm et nulle au delà de 35 cm (figure 5.18.).

5.2.2.3. Paramètres physico-chimiques en relation avec la densité de cyclopidés.

La température du sol aux différents niveaux de prélèvement a varié entre 25° et 32° C. Il ne nous a pas été possible d'établir une relation quelconque avec la profondeur du prélèvement, ni avec la densité de cyclopidés ou un autre des paramètres physico-chimiques étudiés.

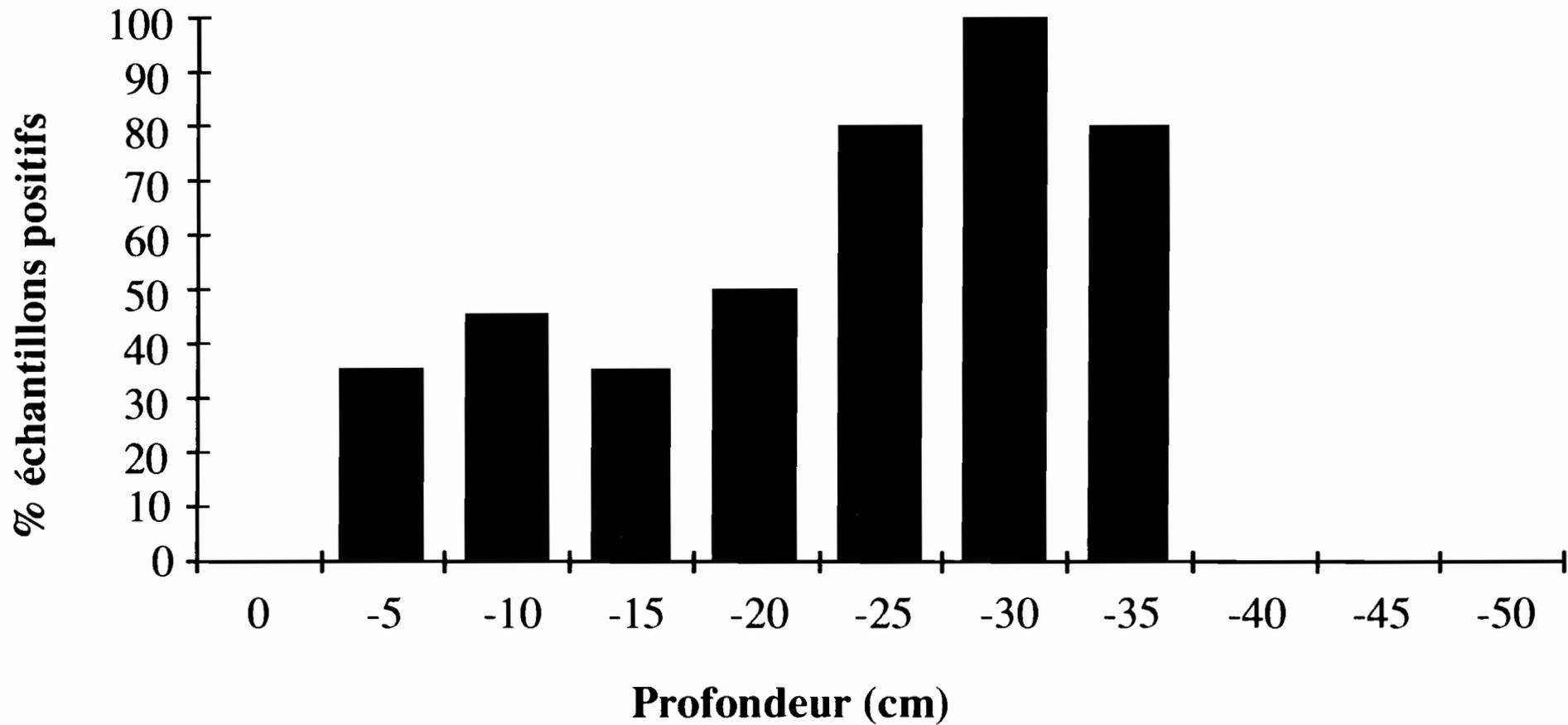
L'humidité se révèle un facteur essentiel pour la survie des cyclopidés en quiescence. Les échantillons contenaient entre 12% et 99% d'humidité. Aucun des prélèvements inférieurs à 40% d'humidité n'était positif. Il y a une corrélation hautement significative entre le taux d'humidité et la densité en cyclopidés de chaque échantillon ($r = 0,46$; d.d.l = 43; $p < 10^{-3}$).

Le pH des sols recueillis a varié entre 4,8 et 8,5. Nous avons observé des reviviscences pour des pH compris entre 4,8 et 6,7. Il existe également une corrélation significative entre le pH et la densité de cyclopidés dans les échantillons ($r = -0,41$; d.d.l = 43; $p < 10^{-3}$). En fait, la corrélation entre l'humidité et le pH ($r = -0,83$; d.d.l. = 43; $p < 10^{-10}$) évoque une liaison convergente.

Les sols ferrallitiques (latérite notamment), dont le pH moyen est supérieur à 7, se sont tous révélés dépourvus de cyclopidés (huit échantillons). Les sols siliceux, dont le pH moyen est

Figure 5.18.

Fréquence des échantillons de terre positifs en fonction de la profondeur



voisin de 6,5, présentent une densité faible de cyclopidés (3 cyclopidés par litre de terre dans un échantillon positif sur neuf). Enfin les sols argileux, qui sont les plus acides (pH inférieur ou égal à 6,2), surtout ceux qui sont riches en matières organiques, contiennent en général une densité de cyclopidés supérieure à la moyenne (11 cyclopidés par litre pour sept échantillons positifs sur douze). Toutefois, ces différences ne sont pas significatives ($t = 0,49$; d.d.l. = 19; $p > 0,5$).

Dans le Zou, la plupart des points d'eau superficiels sont asséchés de janvier à avril. Parfois, les petites pluies du mois de mars (pluies des mangues), selon leur abondance et leur durée, remplissent les mares pour quelques jours ou semaines. Le repeuplement en cyclopidés est alors très rapide (Rzoska, 1961), ce que cette étude confirme. A la fin de la première semaine, il n'est pas rare d'observer des densités de peuplement de 500 cyclopidés par litre d'eau. La résistance des cyclopidés à l'assèchement est rendue possible par une quiescence déterminée par des facteurs inconnus (Dussart, 1967; Champeau, 1966).

La profondeur d'enfouissement des cyclopidés et leur survie en quiescence pourraient dépendre de deux facteurs: la qualité du sol lors de leur pénétration (perméabilité, densité) et la protection apportée par les végétaux de couverture pendant la période de sécheresse. Ainsi, il ne semble pas qu'il y ait de règles, ni de profondeur optima en deçà de 35 cm de profondeur. On peut penser que l'apparente contradiction entre la densité irrégulière des cyclopidés aux différentes strates (figure 5.17.) et le gradient de fréquence plus régulier des prélèvements positifs (figure 5.18.) est liée à l'opposition entre ces deux facteurs. Les cyclopidés sont plus nombreux à s'enfouir dans les couches superficielles, mais ils sont mieux protégés dans les couches profondes.

Aucune des espèces observées dans nos échantillons n'est considérée dans le Zou comme un bon hôte intermédiaire de *D. medinensis* (Chippaux, 1991b). Toutefois, ceci ne signifie pas que les espèces hôtes intermédiaires de *D. medinensis* ne

connaissent pas de quiescence. Les conditions expérimentales peuvent en être responsables. Le transport et le stockage au laboratoire des échantillons pendant une à deux semaines, peuvent avoir modifié la concentration en oxygène ou le pH de la terre. La remise en eau, plus brutale peut-être que dans les conditions naturelles, pourrait entraîner un choc osmotique préjudiciable à certaines espèces plus fragiles. La cyclomorphose de ces espèces pourrait, aussi, en être la cause; elles sont, en effet, généralement plus abondantes dans les mares permanentes ou en période de décrue, en fin de saison des pluies (Chippaux et Massougboji, 1991b). Leurs populations ont un développement plus tardif et plus lent, nettement diffère par rapport à la remise en eau des mares. Enfin, aucune de ces espèces ne semble capable, dans les conditions naturelles, de montrer une croissance démographique aussi rapide que les espèces précoces observées dans nos échantillons.

En pratique, cela restreint considérablement le rôle des mares temporaires, jusqu'ici considérées comme potentiellement infectieuses, dans la transmission de la dracunculose.

5.3. IDENTIFICATION DES HOTES INTERMEDIAIRES.

La seule preuve directe du rôle d'un cyclopede dans le cycle de transmission de *Dracunculus medinensis* est constituée par la découverte d'une larve infectante de *D. medinensis* (larve de stade III, caractéristique) dans la cavité générale du cyclopede. Deux arguments indirects de la participation d'une espèce dans le cycle peuvent encore être donnés. La nette dominance d'une espèce, lors de la période de transmission, dans une localité hyperendémique, permet de la retenir comme éventuellement impliquée dans le cycle de la dracunculose. L'infection expérimentale de cette espèce renforcera l'hypothèse de sa participation au cycle de *D. medinensis*.

5.3.1. INFECTIONS NATURELLES.

Près de 350.000 copépodes ont été récoltés et examinés au cours de cette étude (tableau 5.2.). Des cyclopidés naturellement infectés ont été observés à Agaga, Lissa et Sozoumè. Au total, 19 prélèvements sur 202 contenaient des cyclopidés infectés. Aucune infection naturelle n'a été observée à Kakatéou.

A Agaga, nous avons observé des infections naturelles en début de saison sèche (novembre et décembre) et en fin de saison sèche (entre février et avril, selon les années). Deux espèces ont été trouvées infectées: *Thermocyclops oblongatus*, de loin la plus fréquente, et *Th. consimilis*. 1.900 copépodites et adultes ont été examinés au cours de 15 prélèvements. Les taux d'infection, chez les adultes, ont varié entre 0,2% et 30% selon les périodes) avec une moyenne de 10% environ en saison de transmission.

Tableau 5.2. Infections naturelles chez les cyclopidés, toutes espèces confondues, récoltés dans les villages d'étude.

Villages	! nombre ! d'échan- ! tillons	! Effectifs cyclopidés		! Effect. infectés	
		! Total	! Adultes	! Total	! stade III
AGAGA	! 82	! 124.913	! 18.088	! 51	! 18
KAKATEOU	! 23	! 53.125	! 2.211	! 0	! 0
LISSA	! 59	! 112.712	! 7.990	! 7	! 1
SOZOUME	! 38	! 53.614	! 5.835	! 11	! 8

A Lissa, les infections naturelles ont été rencontrées en novembre et mars, ce qui correspond aux périodes d'émergence du ver chez les sujets malades. Le taux d'infection, tous stades larvaires confondus, était de l'ordre de 10% sur 70 femelles

récoltées. *Thermocyclops proclatus* était la seule espèce infectée.

A Sozoumè, les infections naturelles de cyclopidés n'ont été observées qu'en début de saison sèche, en novembre et décembre. Plusieurs espèces étaient infectées avec une fréquence voisine: *Th. emini*, *Th. oblongatus*, *Th. consimilis* et *Th. proclatus*. 15% des adultes étaient infectés.

Ce sont surtout les adultes, autant mâles que femelles, que l'on rencontre infectés. Toutefois les copépodites au stade V ou IV, plus exceptionnellement au stade III, peuvent s'infecter (Muller, 1971a).

5.3.2. ESPECES ABONDANTES LORS DE LA PERIODE DES EMERGENCES.

L'espèce la plus abondante à Agaga est *Th. oblongatus*, présente toute l'année, et bien souvent la seule espèce identifiée dans les échantillons (figure 5.6.). Aux saisons de fortes fréquences d'émergences de *D. medinensis*, deux autres espèces sont irrégulièrement récoltées: *Th. decipiens*, que nous n'avons jamais trouvé infecté et *Th. consimilis*, trouvé infecté à Agaga, ainsi que dans d'autres localités.

A Kakatéou, la diversité du peuplement s'oppose à la faiblesse des effectifs (figure 5.7.). Plusieurs espèces semblent pouvoir être incriminées. *Tropocyclops confinis* est l'espèce la plus abondante en période d'émergence (novembre) et *Th. emini* est récolté au mois de décembre.

Le peuplement de la mare de Lissa est plus homogène. L'espèce la plus fréquente est *Th. proclatus*, rencontrée naturellement infectée, et présente presque toute l'année (figure 5.8.). En période d'émergence du ver de Guinée, *Th. consimilis* est parfois récolté, notamment en novembre-décembre 1986 et en mars-avril 1987.

A Sozoumè, le peuplement de la retenue d'eau est diversifié (figure 5.9.). La plupart des espèces ont été trouvées

infectées. Toutefois, seul *Th. emini* est présent régulièrement et systématiquement en période d'émergences.

5.3.3. INFECTIONS EXPERIMENTALES.

Les infections expérimentales ont été réalisées avec cinq espèces. Une mortalité élevée, voisine de 80%, a été observée dans toutes les boîtes de pétri, y compris chez les témoins. Ceci explique les faibles effectifs de cyclopidés observés à la fin de l'expérimentation (tableau 5.3.). *Th. oblongatus*, *Th. consimilis* et *Th. prolatus* ont manifesté une appétence remarquable pour les embryons de *D. medinensis*. Ces derniers ont pu se développer jusqu'au stade III chez plus de la moitié des cyclopidés appartenant aux deux premières espèces et plus du tiers des individus de la troisième. Le taux d'infection a été notablement plus faible chez *Mesocyclops major*. Les lots mis en présence d'un nombre réduit de larves de *D. medinensis* se sont infectés dans des proportions similaires.

Les cyclopidés ne présentent pas tous la même capacité vectorielle. Selon Steib et al. (1986), on peut les classer en quatre groupes :

- les bons hôtes intermédiaires, chez lesquels on note une bonne appétence pour les embryons et un fort pourcentage d'évolution des larves jusqu'au stade III;

- les hôtes intermédiaires sensibles, qui manifestent une bonne appétence également, mais pour qui l'infection est pathogène et se traduit par une forte mortalité;

- les espèces réfractaires, qui montrent une faible appétence pour les embryons de *D. medinensis* mais chez qui les mues successives sont toutefois possibles;

- Enfin, les cyclopidés strictement phytophages, qui ont une appétence nulle pour les embryons.

Seuls les cyclopidés appartenant au premier groupe assurent la pérennité de l'endémie. Ils peuvent être considérés comme caractéristiques de foyers stables de transmission. Leur étude revêt donc une grande importance pour orienter les stratégies de lutte contre le ver de Guinée.

Tableau 5.3. Infections expérimentales.

Espèces (origine)	E S S A I A			E S S A I B		
	Nombre initial	Nég.	Inf.	Nombre initial	Nég.	Inf.
<i>Th. oblongatus</i>	300	26	36	100	10	5
<i>Th. consimilis</i> (Toffo)	100	10	11	-	-	-
<i>Th. consimilis</i> (Logozohè)	100	6	12	100	26	2
<i>Th. decipiens</i> (Toffo)	100	15	0	-	-	-
<i>Th. prolatus</i> (Logozohè)	300	31	21	200	46	6
<i>Meso. major</i>	400	75	2	-	-	-

Essai A: mise en présence de 2.500 embryons pour 100 cyclopidés;

Essai B: mise en présence de 250 embryons pour 100 cyclopidés.

Au Bénin, dans la région prospectée, la transmission s'effectue en saison sèche. Toutes les espèces récoltées au cours de la saison sèche peuvent donc, *a priori*, être incriminées comme hôte intermédiaire potentiel.

Dans les mares villageoises, les peuplements de cyclopidés sont le plus souvent restreints à deux, voire trois espèces. A Agaga, tous les arguments convergent pour désigner *Th. oblongatus* comme le vecteur principal. Onabamiro (1951) avait déjà montré que cette espèce (alors dénommée *Th. nigerianus*) était l'hôte intermédiaire le plus fréquent dans le sud du Nigéria. A Lissa, il apparaît que ce rôle est tenu par *Th. prolatus*, signalé dans ce travail pour la première fois comme hôte intermédiaire. *Th. consimilis* est un vecteur épisodique dans les deux localités. Toutefois, en certaines circonstances, comme en novembre-

décembre 1986 à Lissa, cette espèce peut assurer la transmission de *D. medinensis* à elle seule (figure 5.8.).

Dans les retenues de barrage artificiel, comme à Kakatéou (figure 5.7.), ou de barrage naturel, comme à Sozoumè (figure 5.9.), la saison des émergences est plus courte et se situe entre septembre et février. Cela correspond à la période qui s'étend de l'arrêt du courant à l'assèchement complet (Sozoumè) ou partiel du marigot (Kakatéou). La diversité du peuplement permet de supposer que plusieurs espèces, chacune selon son abondance, concourent à la transmission de *D. medinensis*. La responsabilité de certaines espèces, *Th. oblongatus*, *Th. consimilis*, *Th. emini* ou *Th. prolatus*, ne fait aucun doute.

Th. emini apparaît comme une espèce caractéristique à la fois de ce type de point d'eau et du début de saison sèche. Cela en fait un hôte intermédiaire de première importance, puisque présent avec une grande fréquence, sinon abondance, au moment des émergences de *D. medinensis*.

Nous avons rencontré *Th. prolatus* naturellement infecté, et nous avons réussi son infection expérimentale. Jusqu'à présent, *Th. neglectus*, et ses sous-espèces *Th. neglectus prolatus* et *Th. neglectus decipiens*, étaient considérés comme non impliqués dans la transmission de la dracunculose (Steib et al., 1986). *Th. decipiens* n'est probablement pas vecteur, ni au Burkina Faso (Steib, 1985), ni au Bénin. Steib (1985) avait obtenu l'infection expérimentale de cette espèce qui s'était révélée sensible à l'infection, ce qui s'était traduit par une forte mortalité.

Pour les autres espèces récoltées dans les villages d'étude, leur rôle vectoriel n'est pas démontré ou reste hypothétique.

Mesocyclops major pourrait être un bon vecteur (Steib et al., 1986; Steib et Meyer, 1988). Nous ne l'avons pas rencontré infecté au Bénin. D'ailleurs, cette espèce est peu fréquente au cours de la saison de transmission. Nos essais d'infection expérimentale se sont révélés peu concluants (tableau 5.3.). Roubaud (1913) avait trouvé dans cette même région du Bénin, un

Mesocyclops naturellement infecté, qu'il avait, d'autre part, réussi à infecter expérimentalement. De même, Onabamiro (1954) avait réussi l'infection expérimentale d'un *Mesocyclops* provenant du sud-est du Nigéria, dans un Etat limitrophe de la province du Bénin où nous avons travaillé. Toutefois, l'identification de ces *Mesocyclops* reste incertaine; une récente révision de ce genre a scindé l'unique espèce africaine connue du temps de Roubaud (*Meso. leuckarti*) en une dizaine d'espèces voisines (Steib, 1985; Van de Velde, 1984). Aucune des six espèces du genre *Mesocyclops* que nous avons récoltées au Bénin n'a été trouvée infectée. Elles sont généralement peu fréquentes pendant la période d'émergence du ver de Guinée. L'une d'entre elles, *M. kieferi*, avait été rencontrée infectée au Burkina Faso par Steib qui avait également pu, avec difficulté, l'infecter expérimentalement. Il avait conclu que cette espèce, réfractaire à l'infection, était un mauvais hôte intermédiaire (Steib, 1985). L'espèce signalée par Roubaud (1913) comme bon hôte intermédiaire, pourrait être *M. aspericornis*; d'après nos observations, cette espèce ne jouerait pas actuellement un rôle de premier plan.

Cryptocyclops linjanticus s'est également révélé mauvais hôte intermédiaire. Jamais rencontrée naturellement infectée, cette espèce l'avait été expérimentalement par Steib (1985) qui avait noté sa sensibilité à l'infection, entraînant une forte mortalité.

Metacyclops margaretae a été trouvé naturellement infecté au Burkina Faso par Steib (1985).

Tropocyclops confinis, *Metacyclops minutus* et *Microcyclops sp.* ne sont pas réputés vecteurs, n'ayant jamais été trouvés naturellement infectés et, à ma connaissance, n'ayant jamais fait l'objet d'essai d'infection expérimentale (Steib *et al.*, 1986; Steib et Meyer, 1988). Le tableau 5.4. récapitule ce que l'on sait du rôle vectoriel des espèces rencontrées au cours de cette étude.

Trois autres espèces seront citées ici pour mémoire.

Th. neglectus n'a été rencontré qu'exceptionnellement dans une mare du sud Bénin. Sa capacité vectorielle est inconnue.

Th. inopinus, principal hôte intermédiaire de *D. medinensis* au nord-ouest du Burkina Faso (Steib et Meyer, 1988), est une espèce rare dans la Province du Zou; nous l'avons récoltée, en dehors des villages d'étude, à cinq reprises, toujours en début de saison des pluies, après la saison de transmission.

Tableau 5.4. Liste des cyclopidés rencontrés dans les villages d'étude. Evaluation du risque spécifique de transmission.

Espèces	Infection naturelle	Infection expérimentale
<i>Mesocyclops</i>		
<i>aspericornis</i>	? (Roubaud, 1913)	? (Roubaud, 1913)
<i>kieferi</i>	+ (Steib, 1985)	+ (Steib, 1985)
<i>major</i>	? (Muller, 1971a)	+ *
<i>rarus</i>		
<i>roebni</i>		
<i>Thermocyclops</i>		
<i>consimilis</i>	+ (Muller, 1971a)	+ (Moorthy, 1938)
<i>decipiens</i>		+ (Steib, 1985)
<i>emini</i>	+ *	
<i>oblongatus</i>	+(Onabamiro, 1951)	+(Onabamiro, 1954)
<i>prolatus</i>	+ *	+ *
<i>Metacyclops</i>		
<i>margaretae</i>	+ (Steib, 1985)	
<i>minutus</i>		
<i>Microcyclops</i>		
<i>rubelloides</i>		
<i>varicans</i>	+(Onabamiro, 1954)	+(Onabamiro, 1954)
<i>Cryptocyclops</i>		
<i>linjanticus</i>		+ (Steib, 1985)
<i>Tropocyclops</i>		
<i>confinis</i>		

* établi au cours de ce travail

Th. incisus, médiocre vecteur selon Steib (1985) en raison de sa sensibilité à l'infection, n'a pas été rencontré dans le centre, ni le sud du Bénin.

5.4. CONCLUSIONS.

En dehors de la température, qui conditionne dans certaines limites le développement des cyclopidés, peu de caractères physico-chimiques de l'eau semblent influencer sur leur peuplement. Il ne faut donc pas espérer définir d'indicateur fiable de la contagiosité potentielle d'un point d'eau. Nous pouvons toutefois observer que les eaux en équilibre avec les smectites, indicateurs de milieux confinés, sont plus fréquemment associées à la dracunculose que celles en équilibre avec les kaolinites, eaux minéralisées, sans doute moins propices au développement des cyclopidés prédateurs.

La quiescence observée chez certains cyclopidés lors de l'assèchement des mares est une remarquable défense contre l'agression climatique. L'enfouissement des copépodites dans le fond des mares est superficiel et les contraintes écologiques auxquelles ils sont soumis, en particulier le degré d'hygrométrie du sol et sans doute son pH, limitent le nombre des sites favorables. La rapidité de reviviscence et la capacité presque immédiate à se reproduire est probablement le principal facteur de repeuplement des mares après la pluie. Toutefois, les espèces hôtes intermédiaires de la dracunculose ne semblent pas manifester cette capacité de croissance démographique brutale. Cela indique que la transmission de la dracunculose, au Bénin, n'est pas directement associée à la remise en eau des mares temporaires en début de saison des pluies.

Parmi les espèces de cyclopidés récoltées dans les points d'eau des villages étudiés, quatre peuvent être considérées comme de bons hôtes intermédiaires de *D. medinensis*.

Th. oblongatus est un vecteur ubiquiste, responsable au Bénin de la transmission du ver de Guinée dans la plupart des mares.

Th. prolatus est un vecteur fréquent, quoique de distribution plus limitée.

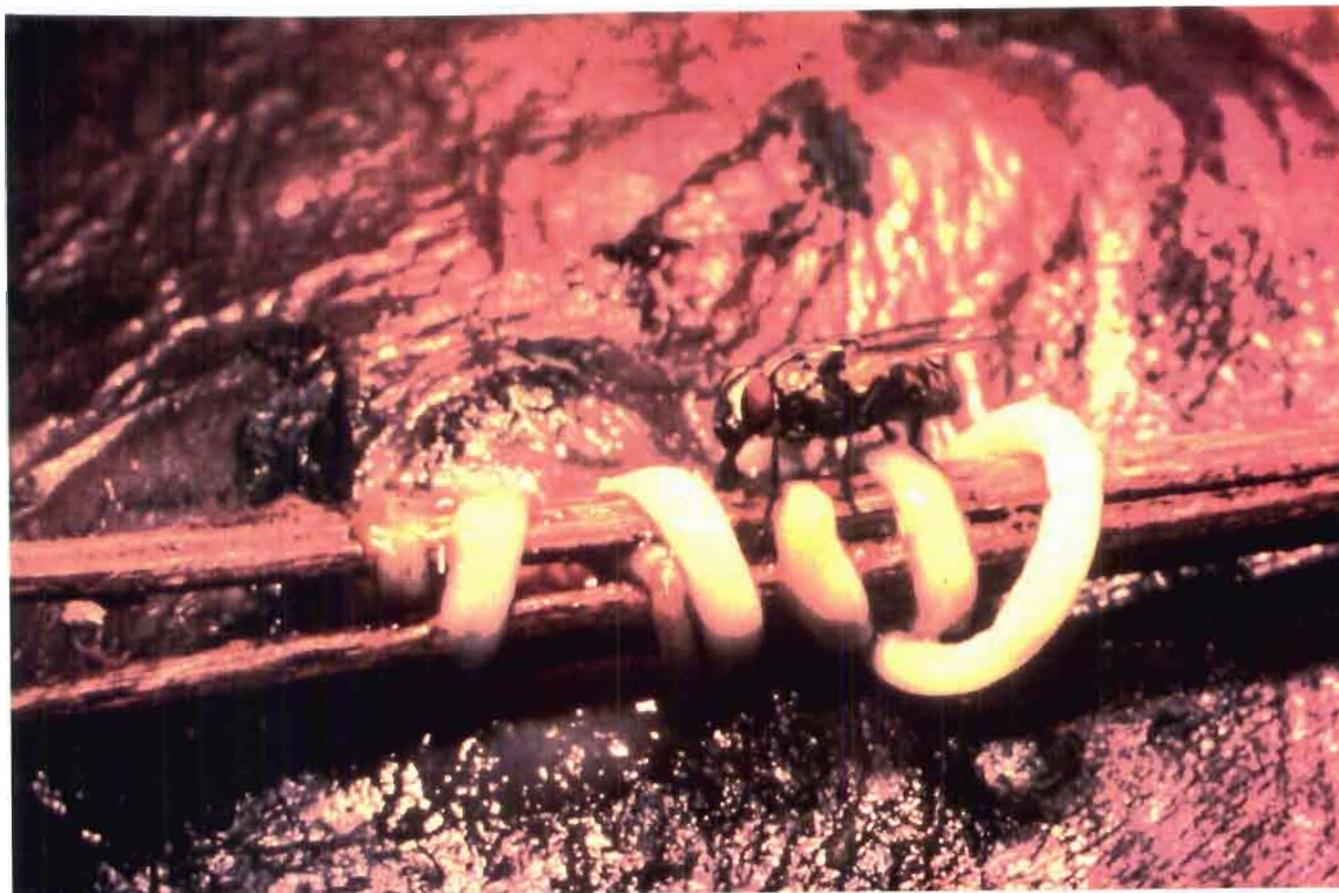
Th. consimilis, que l'on rencontre dans les mêmes points d'eau, pourrait être qualifié de vecteur secondaire ou opportuniste.

Th. emini est un bon vecteur, mais il semble plus sélectif, et se rencontre dans les rivières fraîches après l'arrêt du courant.

Sans pouvoir exclure définitivement l'hypothèse que les autres espèces soient potentiellement vectrices du ver de Guinée, il semble que leur rôle soit négligeable.

CHAPITRE 6 .

CLINIQUE , EPIDEMIOLOGIE DESCRIPTIVE .



Photographie Daniel Heuclin

CHIPPAUX J.-P., DE SOUZA L. et MASSOUGBODJI A.- Aspect épidémiologique de la dracunculose au Bénin. 1. Incidences, localisation des émergences et fréquence de réinfestation. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 1991, 84: sous presse.

CHIPPAUX J.-P. et MASSOUGBODJI A.- Evaluation clinique et épidémiologique de la dracunculose au Bénin. *Médecine Tropicale*, 1991, 51: sous presse.

Sept cent vingt porteurs de *Dracunculus medinensis* ont été examinés entre 1985 et 1989. Le tableau 6.1. montre l'évolution de l'incidence entre ces deux années. Cela correspondait à 1.463 émergences de femelles de *D. medinensis* et 56 sorties manquées (ver identifié cliniquement, n'étant pas sorti), chez les 613 sujets qui n'avaient pas reçu d'antihelminthique.

Tableau 6.1. Evolution de l'incidence dans les villages d'étude entre 1984/85 et 1988/89.

Villages \ Saisons	1984 / 85	1985 / 86	1986 / 87	1987 / 88	1988 / 89
AGAGA	4,8	10,1	21,4	2,3	N R
KAKATEOU	53,6	45,6	22,8	7,2	1,1
LISSA	49,5	22,4	49,7	36,2	36,1
SOZOUME	47,1	34,8	37	27,8	33,4

Au plan démographique, les villages retenus sont comparables entre eux par leur taille et les activités de leurs habitants. Ils sont représentatifs de la population rurale du sud Bénin. La transmission est stable dans la plupart des villages d'étude; les variations d'incidence entre les années sont faibles, à l'exception de Kakatéou. La diminution d'incidence enregistrée dans cette localité est certainement liée à plusieurs facteurs. Dès 1984, une équipe de l'UNICEF assurait une sensibilisation communautaire en vue de l'installation d'un forage réalisé en février 1986. L'effet direct de la pompe ne peut intervenir qu'au cours de la saison de transmission suivante (septembre à décembre 1986) pour n'être visible qu'un an après (septembre à décembre 1987). La réduction d'incidence un an auparavant est donc plus probablement à mettre sur le compte d'une fluctuation naturelle, phénomène assez fréquent en région d'hyperendémie. Par la suite, l'éducation pour la santé et l'approvisionnement en eau potable ont assuré le recul de l'endémie.

Les effets de la lutte contre le ver de Guinée, à Kakatéou, sont confirmés par l'importance et la régularité de la baisse de l'incidence. Les variations naturelles d'incidence décrites habituellement en région d'endémie dracunculienne sont irrégulières et plus limitées, comme c'est le cas à Agaga, Lissa et Sozoumè. L'amplitude des variations décrites au Togo par Petit *et al.* (1989) reste une exception dont les raisons doivent être recherchées, à mon avis, dans la multiplicité des sources de contamination. Cette hypothèse permettrait, de plus, d'expliquer l'importante disparité des taux d'incidence en fonction de l'âge. Chaque point d'eau présente une dynamique de transmission, en fonction des espèces de cyclopidés et de leur potentiel de transmission, qui peut entraîner de profondes modifications dans la transmission.

6.1. CLINIQUE.

6.1.1. PRODROMES.

Nous avons observé des troubles allergiques sans spécificité chez 32% des sujets (prurit, chaleur, poussée d'urticaire). Lorsqu'ils sont localisés, le malade les signale comme annonçant l'émergence. Ces signes persistent 15 à 30 jours; 3,2% seulement des malades ont présenté des prodromes sérieux, avec oedèmes, urticaire généralisé, hyperthermie.

6.1.2. EMERGENCE.

L'émergence du ver est l'évolution la plus fréquente (93,5%) et dure, en moyenne, 22 jours. Une réaction oedémateuse, très douloureuse, précède l'apparition d'une phlyctène qui survient quelques heures avant la sortie du ver. L'éclatement de cette phlyctène fugace se fait, le plus souvent, au contact de l'eau et permet l'expulsion des embryons dans le milieu extérieur.

Dans un premier temps, l'ulcère est un simple orifice de 5 mm de diamètre environ, propre et dépourvu de signes inflammatoires ou infectieux. La cicatrisation peut se faire, sans extraction du ver, ou après celle-ci, en une ou deux semaines. Cette évolution bénigne est rencontrée chez 42,5% des patients. Cela correspond à 49,9% des émergences; chaque malade peut avoir plusieurs vers dont l'évolution est autonome.

6.1.3. COMPLICATIONS.

Elles sont observées chez 42,5% des malades. Les complications les plus fréquentes sont d'ordre inflammatoire et mécanique.

6.1.3.1. Complications mécaniques.

Elles sont liées au déplacement du ver à travers le derme. Elles sont en rapport avec la localisation du ver ou le siège de l'émergence, point sur lequel je reviendrai. Les réactions inflammatoires sont présentes chez 39% des sujets.

Chez 9,7% des malades, les réactions inflammatoires accompagnent une migration du ver non suivie d'émergence.

6.1.3.2. Complications infectieuses.

La fréquence des surinfections a été soulignée par de nombreux auteurs. Elles guérissent spontanément, en quelques semaines, dans la majorité des cas.

Les surinfections sévères sont relativement rares (8,5%). Nous ne considérons ici que les surinfections qui produisent un remaniement de l'ulcère, avec élargissement de la plaie, érosion périphérique, oedème local, suppuration ou abcédation. Chez 5% des malades, les complications infectieuses sont associées à des complications mécaniques.

Nous avons, toutefois, observé deux cas de tétanos (0,3%), dont un mortel, et un décès dans un tableau de septicémie.

6.1.3.3. Séquelles.

Enfin, nous avons noté des séquelles chez cinq malades.

Certaines rétractions tendineuses ou ankyloses peuvent s'améliorer avec le temps. Les chéloïdes ou, comme j'ai pu le voir chez des sujets examinés en dehors des villages d'étude, les pertes de substances musculaires sont définitives.

Nos résultats sont comparables, du moins pour ce qui est de l'Afrique de l'Ouest, aux observations de nombreux auteurs, compilées par Bartet (1909), Muller (1971a) et Watts (1986a). La plupart des auteurs attribuent à la surinfection la responsabilité essentielle des invalidités observées au cours de la dracunculose. Adeyeba (1985a) a montré l'étroite relation entre la présence d'*Escherichia coli* et d'*Enterobacter sp.* et la sévérité des complications. En revanche, Kothari *et al.* (1969) n'ont accordé qu'un rôle secondaire à la surinfection et ont insisté sur l'importance des antigènes parasitaires. La fréquence du tétanos chez les sujets présentant une dracunculose a été diversement appréciée. Pour Pirame et Becquet (1963), la dracunculose est à l'origine de 7% des cas de tétanos observés en milieu hospitalier, en Haute-Volta. Ils signalent une létalité plus élevée chez les dracunculiciens que chez les autres. Une dracunculose est retrouvée chez 0,5% des tétanos à Cotonou (Labegorre *et al.*, 1969).

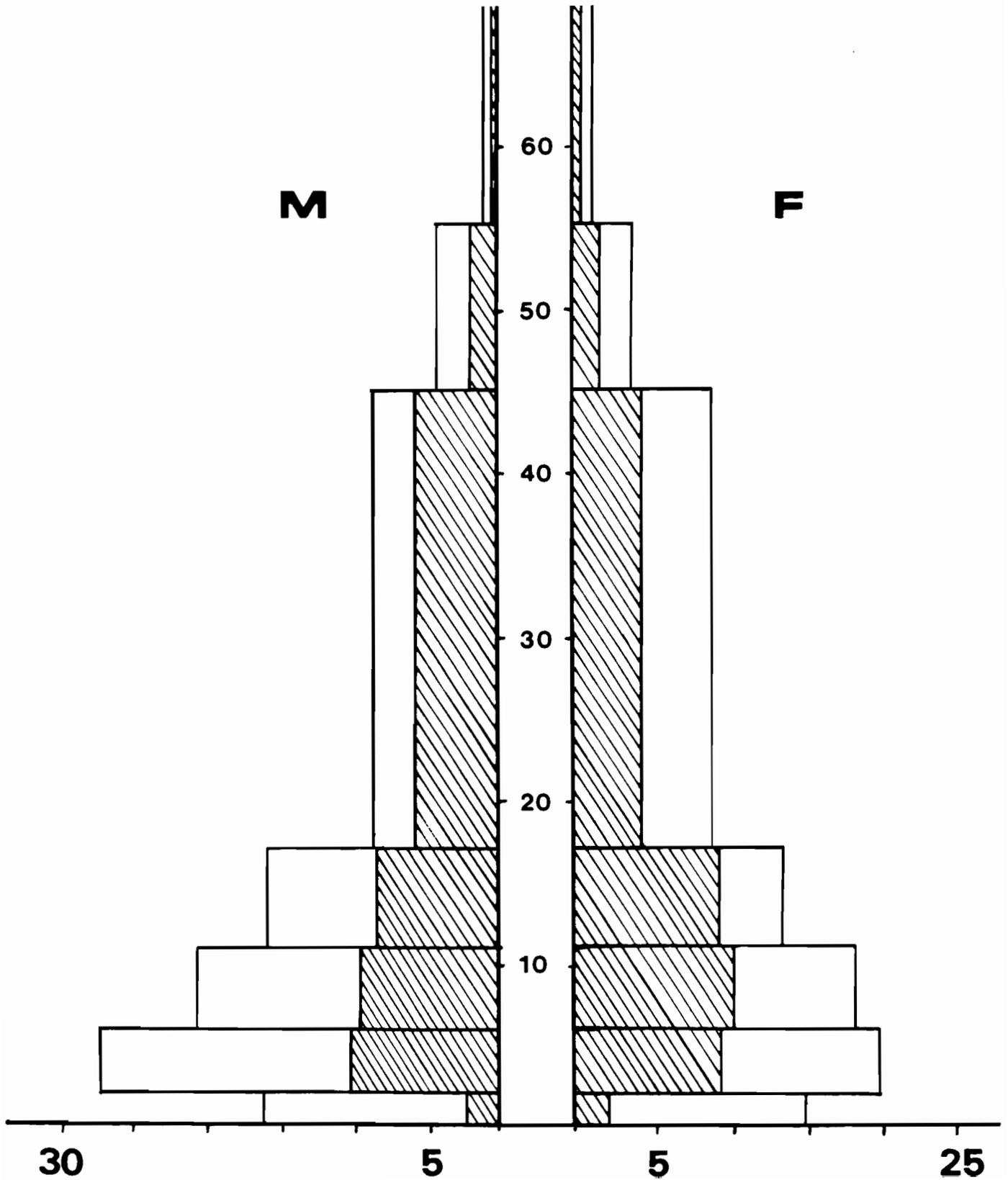
6.2. EPIDEMIOLOGIE DESCRIPTIVE.

6.2.1. DISTRIBUTION DE LA DRACUNCULOSE AU SEIN DE LA POPULATION.

La distribution par âge et par sexe est donnée sur la pyramide des âges des populations de l'ensemble des villages (figure 6.1.). Il n'y a pas de différence significative d'incidence de la dracunculose entre les sujets masculins et féminins ($\chi^2 = 4,82$; d.d.l. = 6; $p > 0,56$). En excluant les nourrissons de moins de deux ans dont le risque d'infection est mineur, la fréquence d'infection au sein de chaque classe d'âge n'est pas

Figure 6.1.

Pyramide des âges des sujets infectés (hachures) comparée à celle de l'ensemble de la population.



significativement différente ($\chi^2 = 15,5$; d.d.l. = 15; $p > 0,41$). La seule différence hautement significative que nous ayons rencontrée concerne les actifs masculins, sujets de 18 à 50 ans environ, chez qui l'incidence est beaucoup plus forte (66,2%) que chez les non-actifs masculins (39,8%), sujets de moins de 18 ans et plus de 50 ans ($e = 6,31$; $p < 10^{-5}$); ce phénomène n'est pas observé chez les femmes de même classe d'âge (52,1% et 51,1%; $e = 0,23$; $p > 0,80$).

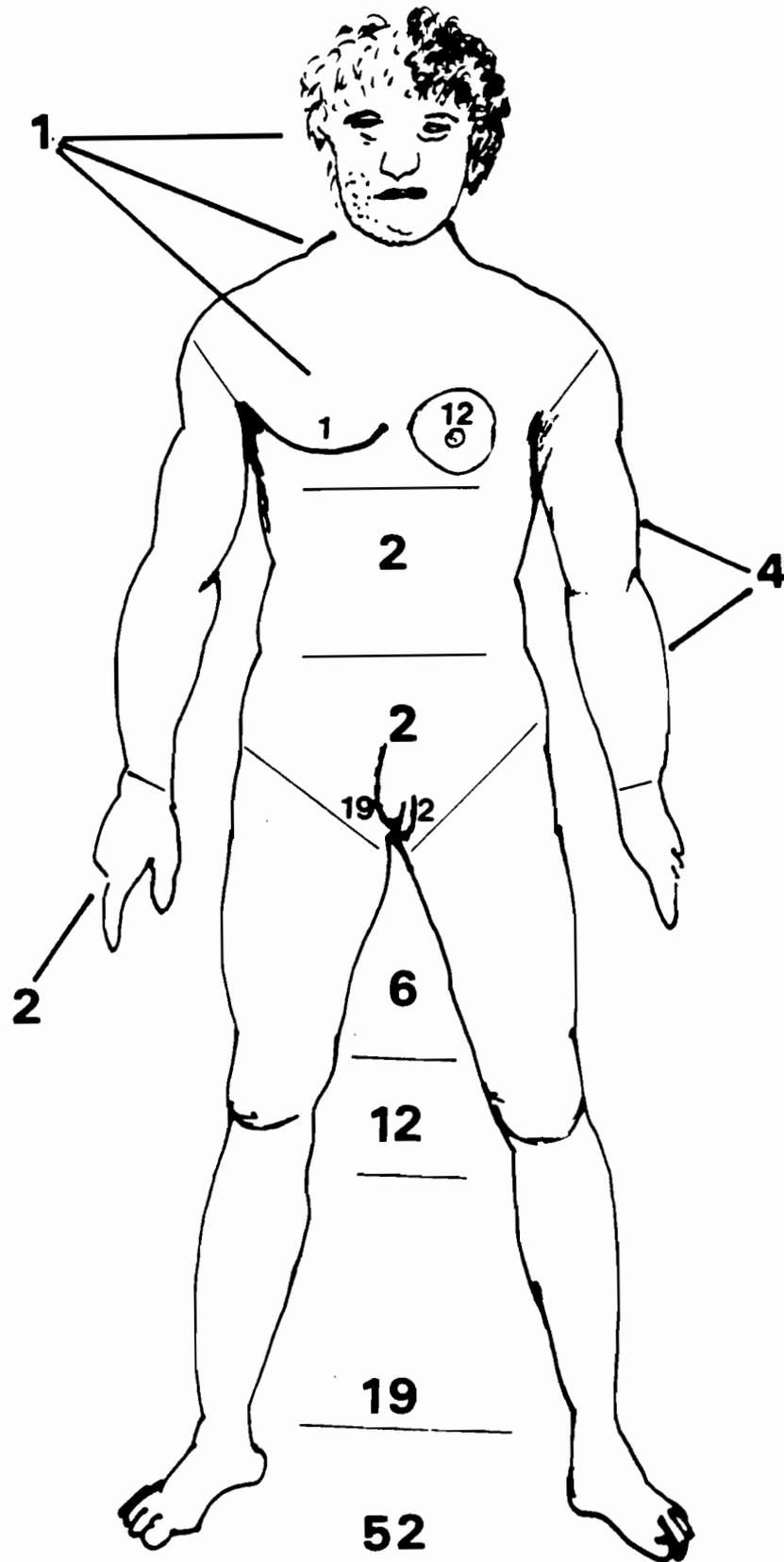
La distribution de l'incidence par âge et par sexe semble indiquer qu'il y a plusieurs foyers de transmission. Un premier est accessible à tous les villageois. Un second, au moins, est utilisé par les actifs de sexe masculin. Le site de transmission *intra muros* explique la contamination des jeunes enfants, des femmes et des sujets âgés. Il s'agit vraisemblablement des mares villageoises ou des biefs et barrages proches des habitations. Les femmes, occupées à leurs tâches ménagères et à leurs champs de culture vivrière d'appoint, proches du village, ne connaissent pas de surcroît de contamination contrairement aux hommes, dont les champs de culture de rente (coton, café, palmiers, maïs) sont souvent plus éloignés.

6.2.2. LOCALISATIONS DES EMERGENCES.

La localisation des émergences a été étudiée chez l'ensemble des 613 sujets n'ayant pas reçu d'antihelminthique. La majorité des émergences sont localisées aux membres inférieurs (figure 6.2.). Les émergences ayant un autre siège que les membres inférieurs sont appelées aberrantes (Carayon *et al.*, 1961a et 1961b). Les migrations manquées, c'est à dire les vers n'effectuant pas de sortie (Dejou, 1951), représentent 4 %.

Figure 6.2.

Localisations anatomiques des émergences.



Les manifestations articulaires, en particulier au niveau des genoux, s'observent chez 12 % des sujets. Leur fréquence et leur gravité a suscité de nombreuses études (Dejou, 1941; Journe, 1934; Robineau et Sereni, 1978). Une classification des lésions a été établie:

- les arthrosynovites exsudatives sont caractérisées par une réaction inflammatoire due au contact du ver avec l'articulation;

- les arthrites amicrobiennes (ou aseptiques) sont induites par la présence d'embryons de *Dracunculus medinensis* dans la synovie, mais ne sont pas associées à la présence de germes; le ver peut, en effet, expulser ses embryons à l'intérieur de cavités articulaires;

- les arthrites septiques sont liées à une surinfection du canal vermineux.

Je me suis abstenu de pratiquer, sur le terrain, une exploration instrumentale de ces grosses articulations: chevilles (20%), genoux (12%) ou, plus exceptionnellement, coudes et poignets (moins de 1%). Il n'est donc pas possible de distinguer les différentes formes étio-pathogéniques.

La localisation des émergences confirme ce qui est décrit dans la littérature: les localisations aberrantes ou manquées représentent une faible proportion des vers (Carayon *et al.*, 1961b; Muller, 1971a). C'est du moins vrai pour les localisations ayant une traduction clinique ou radiologique. L'infection expérimentale du furet par *D. insignis*, espèce très proche de *D. medinensis*, a montré que 89 % des femelles gravides n'émergeaient pas normalement (Brandt et Eberhard, 1990b).

La calcification du ver dans les tissus peut conduire à des symptômes variés: manifestations pulmonaires (Gentilini *et al.*, 1978; Nosny *et al.*, 1977), cardio-vasculaires (Kinare *et al.*, 1962), syndromes abdominaux aigus (Dejou et Camain, 1951; Sastry et Kumar, 1978), rhumatismales (El Garf, 1985; Marin, 1969), gynéco-obstétricales (George, 1975; Smith et Siddique, 1965), uro-génitales (Anraedt, 1955; Bourrel *et al.*, 1972; Pendse *et*

al., 1987; Raffi et Dutz, 1967; Reddy *et al.*, 1969d) ou tumorales (Peyrot, 1919; Roussel, 1987; Stelling, 1982). La majorité de ces parasites calcifiés sont asymptomatiques et sont découverts à l'occasion d'un examen radiologique pratiqué pour un motif indépendant (Gentilini et Morin, 1965; Khajavi, 1968; Warner *et al.*, 1976). Reddy *et al.* (1968e) ont ainsi observé des *Dracunculus* calcifiés sur 4,6% des radiographies prises dans un service hospitalier en Inde. La majorité de ces calcifications se situent dans le pelvis ou l'abdomen (71%), les genoux (15%) et le thorax (9%). Exceptionnellement des calcifications sont retrouvées sur des radiographies de la tête et du cou (0,2%) ou du membre supérieur (0,7%). Jambes, chevilles et pieds sont, paradoxalement, épargnés (4,5% de l'ensemble des calcifications observées).

Certaines migrations manquées peuvent avoir des conséquences redoutables. C'est notamment le cas des localisations neuro-méningées (Giordano *et al.*, 1976; Khwaja *et al.*, 1975; Margairaz *et al.*, 1963; Mathur *et al.*, 1982; Reddy et Valli, 1967) pouvant se compliquer par des paraplégies (Lawrie, 1987; Mitra et Haddock, 1970; Monteiro et Hountondji, 1982; Odaibo *et al.*, 1986), des tétraplégies (Donaldson et Angelo, 1961; Lodha, 1972) ou, parfois, par des troubles du comportement (Peyrot, 1905). En revanche, la plupart des localisations oculaires mentionnées dans la littérature correspondent à des erreurs de détermination. Il s'agit, le plus souvent de passage sous-conjonctival de *Loa loa* (Loney, 1844; Mitchell, 1859), parfois de *Dirofilaria sp.* (Malgat, 1893). Un cas pourrait être considéré comme une migration oculaire possible (Verma, 1968), quoique la détermination n'ait pas été confirmée et que, selon sa description, le ver ait une taille atypique. En revanche, Wright (1924) décrit un kyste parasitaire intraorbitaire chez une fillette de 5 ans. L'examen anatomopathologique effectué par Leiper conclut à l'identification d'une femelle de *D. medinensis* grâce à la morphologie caractéristique des embryons qu'elle contenait.

J'ai observé une fréquence anormale de localisations aberrantes et de migrations manquées à la suite de traitements par le mébendazole à posologies élevées (Chippaux, 1991a; voir chapitre 8.1.2.).

6.2.3. Charge parasitaire moyenne.

La charge parasitaire moyenne est relativement faible: 1,53 ver par villageois, pour l'ensemble des villages. Les variations entre villages sont négligeables: 1,5 à Agaga, 1,4 à Kakatéou, 1,6 à Lissa et Sozoumè. Toutefois, si l'on considère les charges vermineuses par malade (tableau 6.2), les différences entre villages deviennent significatives ($F_{(3,716)} = 15,62$; $p < 10^{-3}$). Les densités parasitaires des patients de Kakatéou et de Lissa ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$).

Tableau 6.2. Comparaison de la densité moyenne de *D. medinensis* par malade selon les villages.

Villages	nombre	moyenne +/- IC (5%)	écart-type
Agaga (3 ans)	99	2,19 +/- 0,36	1,81
Kakatéou (4 ans)	204	1,91 +/- 0,16	1,13
Lissa (4 ans)	256	2,74 +/- 0,26	2,13
Sozoumè (3 ans)	161	3,29 +/- 0,42	2,72

La charge moyenne saisonnière par malade est supérieure à celles que rapportent la plupart des auteurs (Muller, 1971a). Kale (1977), par exemple, avait observé, dans une région du Nigéria limitrophe de la Province béninoise du Zou, une moyenne de 1,5 ver par patient. Ceci s'explique probablement par notre méthode d'étude prospective, plus précise qu'une enquête transversale, les émergences pouvant ne pas être simultanées, ou, *a fortiori*, une enquête rétrospective. La faible densité parasitaire observée à Kakatéou est probablement due à une réduction

importante de la transmission, ce que confirme la baisse d'incidence après la mise en place du forage. De même, à Agaga, la densité parasitaire relativement faible trouve-t-elle son explication dans l'irrégularité de la transmission, corollaire d'une transmission de médiocre intensité.

6.2.4. INCIDENCES DES REINFECTIONS.

L'incidence des réinfections au cours des quatre années de surveillance apparaît significativement plus élevée chez certains sujets que dans l'ensemble de la population. Si la fréquence de réinfections est aléatoire, le taux de réinfection doit suivre la loi de Bayles et correspondre au produit des taux annuels d'infection. Selon cette hypothèse, la différence entre le taux de réinfection (observé) et la fréquence attendue d'infection (théorique) ne doit pas être significative. L'hypothèse inverse, celle d'une fréquence anormale de réinfections au sein d'un groupe particulier, sera démontrée si la différence est significative.

Le tableau 6.3. donne l'incidence des réinfections dans chaque village pour les années d'enquête. Nous avons préféré utiliser l'incidence des réinfections plutôt que la fréquence des sujets réinfectés. L'incidence des réinfections mesure le taux de réinfections pour l'ensemble des villageois. La fréquence de réinfections est calculée à partir des dracunculien, ce qui aurait pu constituer un biais important. De même, nous avons exclu les résultats de 1984 à Agaga, Kakatéou et Lissa et ceux de 1985 à Sozoumè, dont la fiabilité est faible en raison du mode d'enquête.

Tableau 6.3. Comparaison entre l'incidence observée et l'incidence théorique des réinfections.

Villages \ Ans	1985/ 1986	1986/ 1987	1987/ 1988	1985/ 86/87	1985/86/ 1987/88
AGAGA					
Observé	4,2	1,6	0	0,3	0
Théorique	1,8	0,5	0	0,04	0
t	1,73	1,56	-	0,82	-
P <	0,08	0,12	-	0,42	-
KAKATEOU					
Observé	9,8	2,7	0,6	2,5	0,3
Théorique	7,3	1,2	0,05	0,4	0,00
t	1,13	1,65	1,28	2,17	0,98
P <	0,26	0,1	0,21	0,03	0,33
LISSA					
Observé	12,9	19,5	15,3	7,9	6,2
Théorique	6,6	9,6	6,6	1,8	0,43
t	2,33	3,63	3,56	3,17	3,59
P <	0,02	10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻³
SOZOUME					
Observé	-	14,4	12,4	10,4	6
Théorique	-	8,3	5,4	2,6	0,6
t	-	2,30	2,84	3,21	3,07
P <	-	0,03	0,01	10 ⁻³	10 ⁻³

Ilegbodu *et al.* (1987) montrent que les réinfections constituent la règle, en région d'endémie, en particulier chez l'adulte. Ils n'en précisent pas, toutefois, la périodicité. Au contraire, Petit *et al.* (1989), à la suite d'une diminution de l'incidence l'année suivant une épidémie, évoquent une protection ou une phase réfractaire d'une ou deux années après chaque infection. Nos résultats infirment cette hypothèse. Dans les villages hyperendémiques, comme Lissa et Sozoumé, une fraction significative de la population infectée se recontamine régulièrement tous les ans. Ce phénomène se vérifie tant au niveau des individus que des familles. Il est possible qu'un facteur de confusion intervienne à ce niveau, dans la mesure où nos effectifs correspondent à une quinzaine de familles de dix

membres dont le mode de vie est communautaire. Sans pouvoir exclure la possibilité d'une susceptibilité individuelle ou familiale, la thèse d'un comportement déterminant (ou à risque) nous paraît le plus probable. Ceci est d'ailleurs confirmé par la différence entre l'incidence des réinfections et leur fréquence attendue lorsque la dracunculose tend à disparaître, comme à Agaga et à Kakatéou. Nous avons étudié le problème du choix de la mare (chapitre 8.3.). Il faudrait également explorer le mode de prélèvement, les conditions de stockage et le traitement de l'eau.

Muller (1971) avait rencontré des difficultés à infecter expérimentalement certains singes (*Macaca mulata*) alors que d'autres s'infectaient normalement tous les ans. Toutefois, les singes ont tous pu être infectés après plusieurs tentatives. De plus, l'infection par voie intrapéritonéale s'était révélée positive à chaque tentative. Ceci semble suggérer qu'un facteur local intervient au moment de l'absorption des cyclopidés infectés. Des résultats concordants ont été rapportés par Brandt et Eberhard (1990 a; 1990b) avec *D. insignis*, chez le furet.

6.2.5. DUREE DE LA MALADIE.

La durée moyenne de la maladie est de 106 jours. Nos résultats confirment tout à fait les observations de la plupart des auteurs. La différence de durée de maladie entre les villages étudiés n'est pas significative. Le tableau 6.4. montre que la durée de la maladie est peu modifiée par l'éloignement de l'école ou le taux de scolarisation. Il semble exister une relation entre l'incidence et la distance entre le village et l'école, l'école pouvant être considérée comme un facteur associé au désenclavement. En revanche, l'exemple de Sozoumé Figure 6.3. Relation entre les saisons d'émergence et la densité de cyclopidés à Agaga.

montre qu'il n'existe pas de relation entre l'incidence et le taux de scolarisation.

Tableau 6.4. Incidence moyenne et durée de la maladie en fonction de la scolarisation.

	Incidence moyenne	Durée de la maladie	taux de scolarisation	distance de l'école
AGAGA	11,4 %	96 jours	35 %	< 1 km
KAKATEOU	15,2 %	104 jours	30 %	< 1 km
LISSA	35,4 %	107 jours	15 %	10 km
SOZOUME	31,6 %	116 jours	35 %	5 km

6.2.6. VARIATIONS SAISONNIERES DES EMERGENCES.

A Agaga, les émergences débutent en septembre et se terminent entre avril et juin selon les années (figure 6.3.). Les émergences sont observées toute l'année. En 1986/87, alors que l'incidence a plus que doublé par rapport à l'incidence moyenne, il apparaît un pic d'émergence entre décembre et février, au plus bas niveau de la mare, avant la reprise régulière des pluies.

A Kakatéou, les émergences sont plus précoces. Commencant en août, la fréquence des émergences culmine en octobre et décroît jusqu'en avril (figure 6.4.). La dernière année, la période des émergences s'est légèrement décalée vers la saison sèche: le pic s'est situé en janvier, alors qu'en octobre, il n'y avait que très peu de malades.

A Lissa, la périodicité des émergences apparaît franchement bimodale (figure 6.5.). Un premier pic est visible chaque année en novembre. Il est suivi par un second pic, en général plus important, en mars ou avril, c'est à dire en fin de saison sèche.

Figure 6.3.

Relation entre les saisons d'émergence et la densité moyenne des cyclopidés

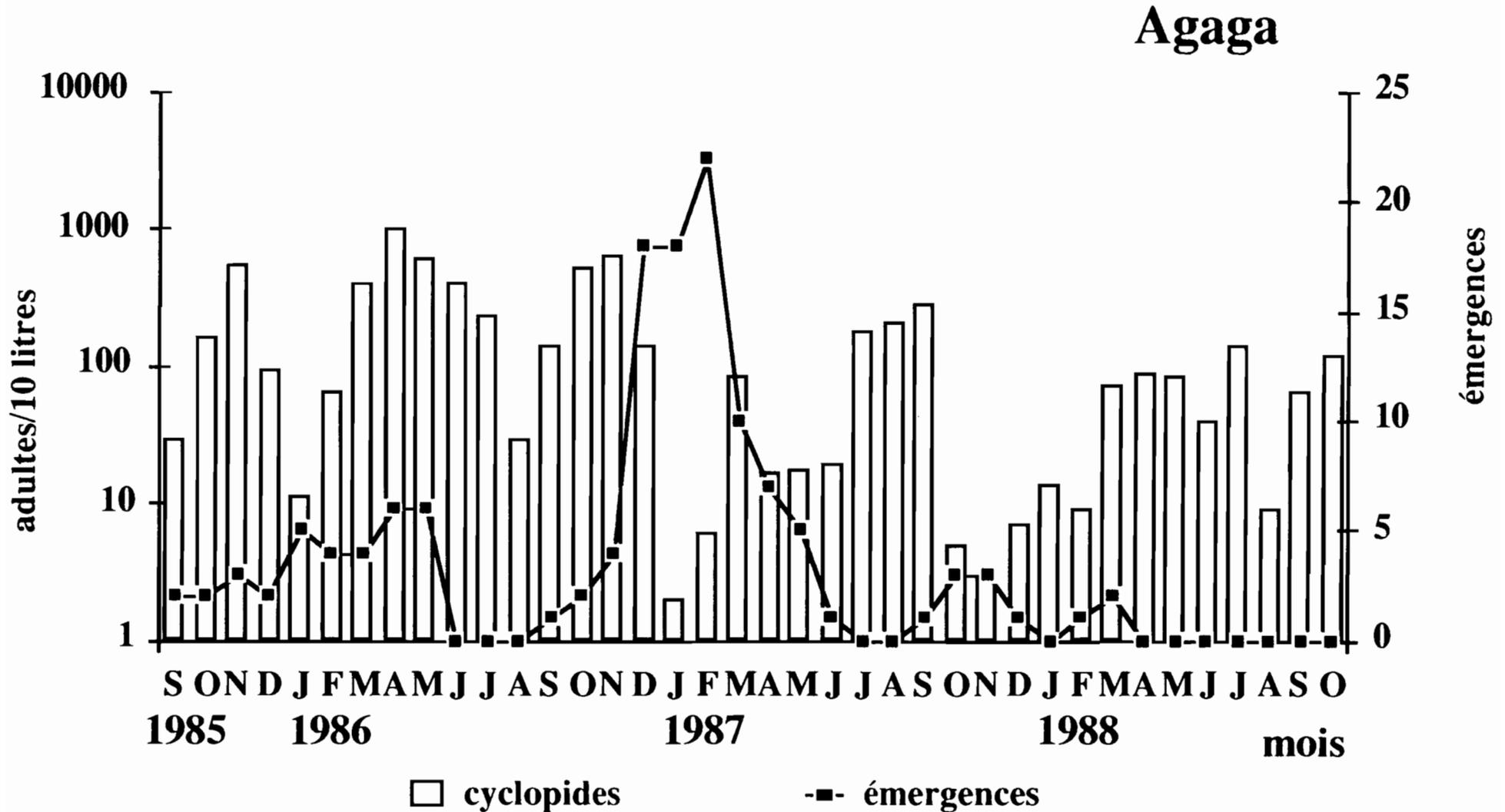


Figure 6.4.

Relation entre les saisons d'émergence et la densité moyenne des cyclopidés

Kakatéou

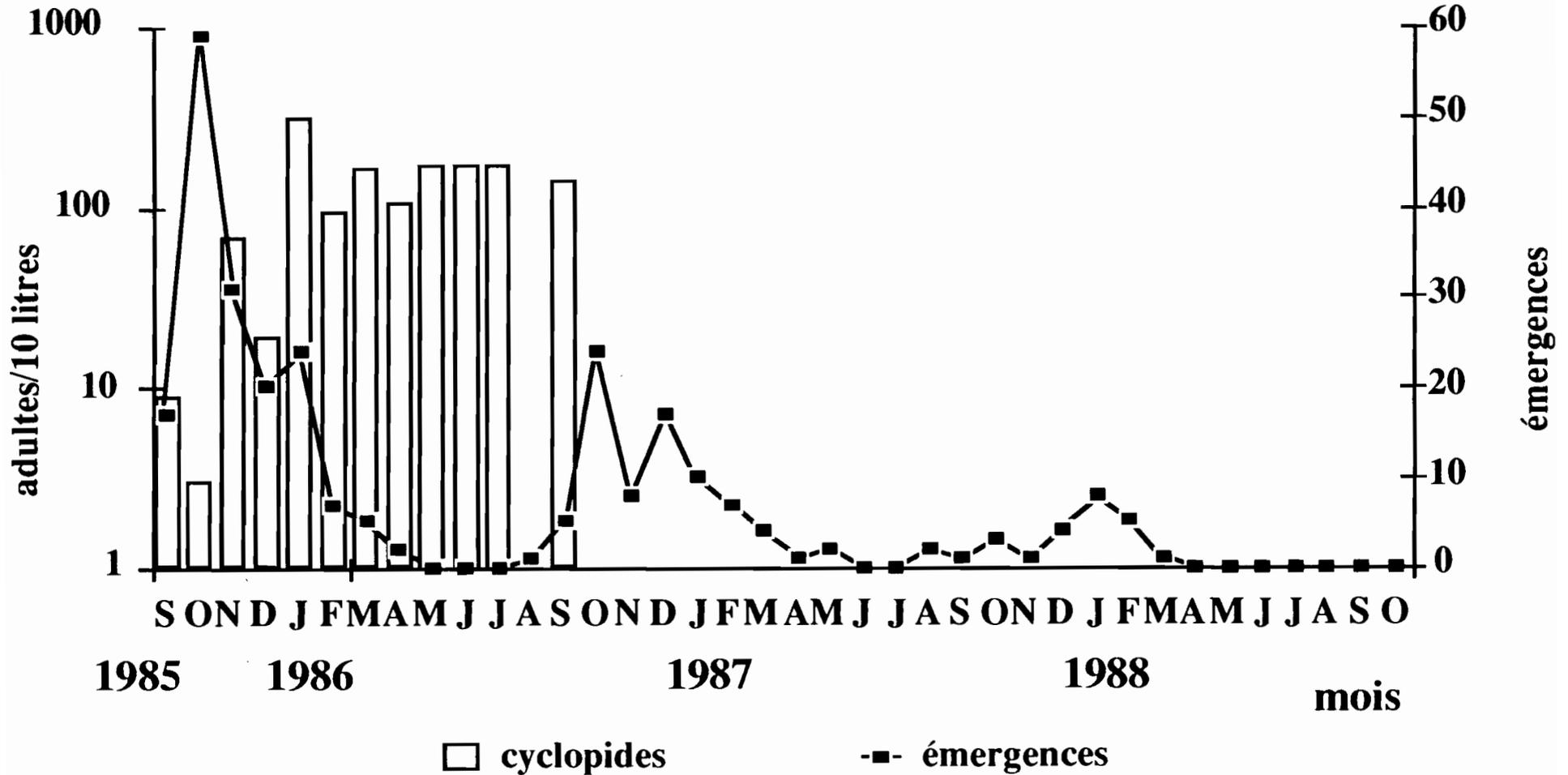


Figure 6.5.

Relation entre les saisons d'émergence et la densité moyenne des cyclopidés

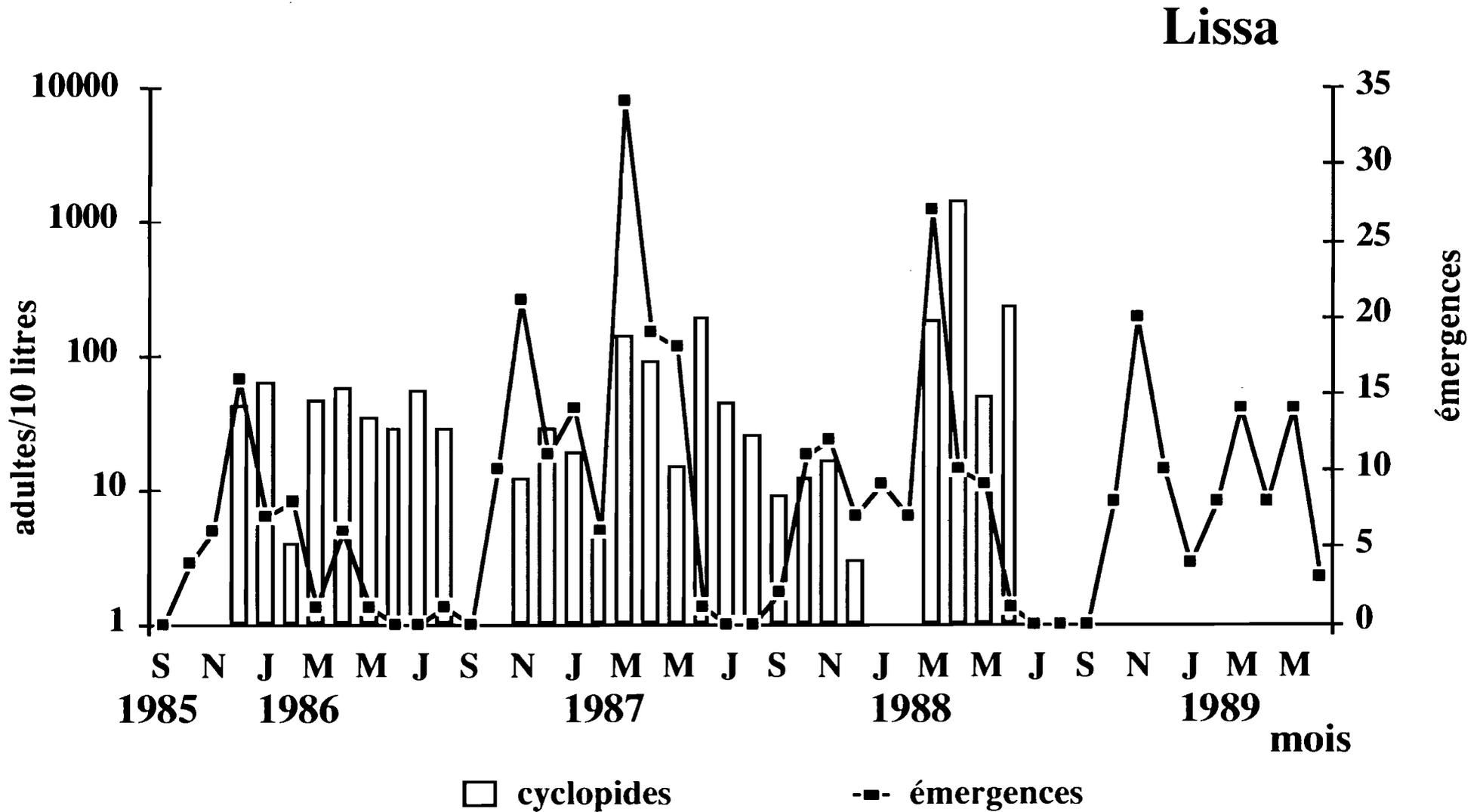
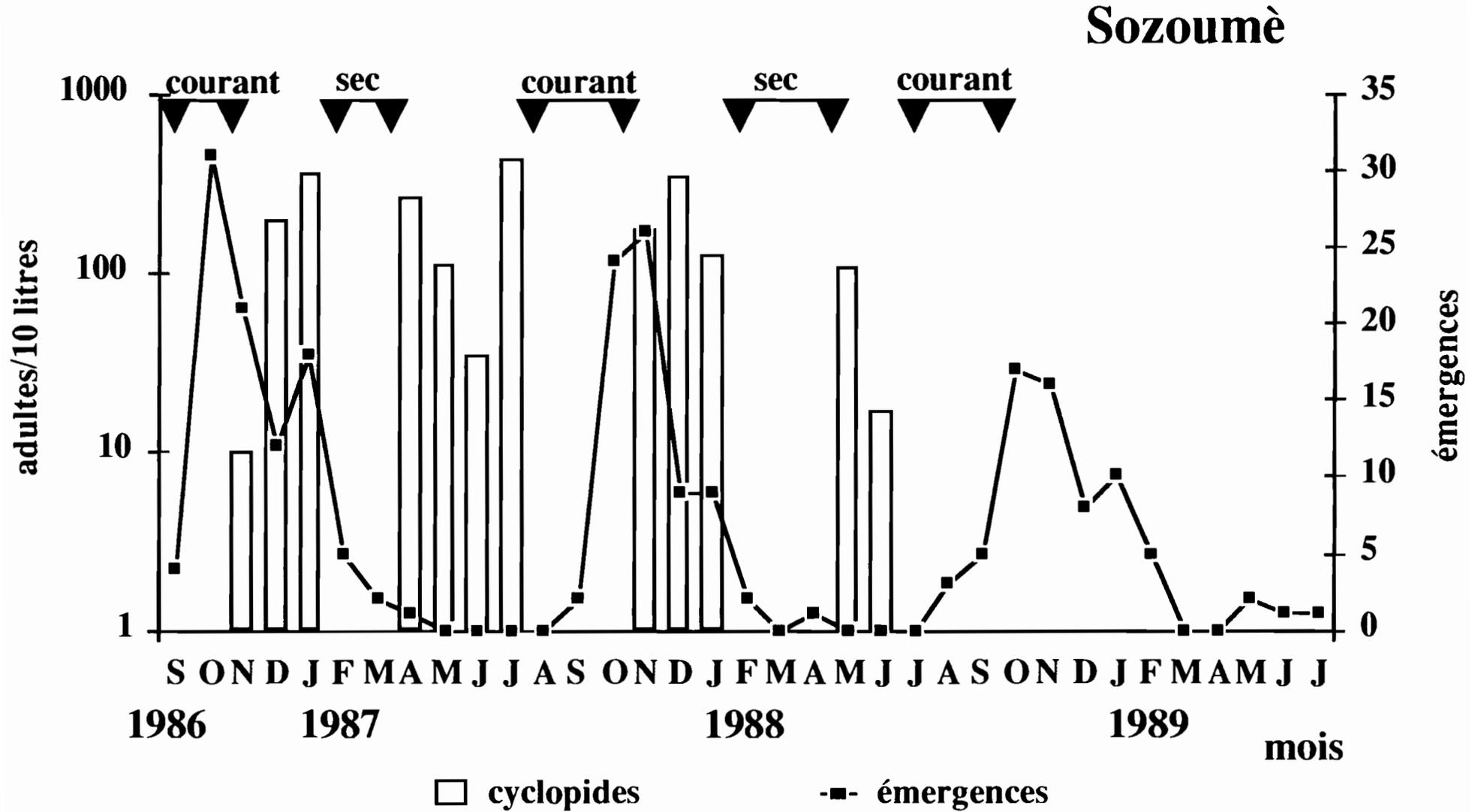


Figure 6.6.

Relation entre les saisons d'émergence et la densité moyenne des cyclopidés



A Sozoumè, les émergences se situent entre septembre et février avec un pic en octobre et novembre, au début de la saison sèche (figure 6.6.). Il est remarquable que la présence d'une densité élevée de cyclopidés en début de saison des pluies (avril à juillet) n'entraîne pas, *de facto*, une forte transmission.

Classiquement, on considère que l'émergence de la femelle de *D. medinensis* a lieu environ douze mois après l'infection (Bartet, 1909; Muller, 1971a). A Sozoumè, nous pouvons montrer que les premières émergences apparaissent dès le dixième mois suivant l'ingestion des cyclopidés infectés. Les émergences d'octobre 1987 ne peuvent correspondre qu'à une infection se situant en décembre 1986, après l'arrêt du courant et le repeuplement de la retenue d'eau en cyclopidés (figure 6.6.). Le délai maximum du développement de la femelle chez l'hôte définitif est plus difficile à évaluer. Il semblerait que les infections de janvier 1987, précédant l'assèchement de la rivière, produisirent des émergences jusqu'en février 1988, soit treize mois plus tard.

Cette période de latence de dix à treize mois, permet de préciser les relations entre la densité de cyclopidés adultes et le nombre d'émergences de *D. medinensis*.

A Lissa, les densités de cyclopidés sont rarement supérieures à 100 cyclopidés pour 10 litres d'eau, ce qui suffit à assurer une incidence élevée (35 % en moyenne sur la période d'étude). A Agaga, des densités du même ordre de grandeur (inférieures à 150 cyclopidés pour 10 litres d'eau entre décembre 1985 et février 1986) se sont avérées suffisantes pour augmenter sensiblement l'incidence douze mois plus tard.

Toujours à Lissa, en avril 1988, la densité de cyclopidés dépasse 1.000 adultes pour 10 litres d'eau, soit dix fois plus que la densité habituelle. Cette densité élevée de cyclopidés n'induit pas une augmentation proportionnelle de la transmission. En effet, un an après, en avril 1989, l'incidence reste du même ordre de grandeur.

En revanche, les très faibles densités de janvier et février 1987 à Agaga (moins de 5 cyclopidés pour 10 litres d'eau) ont considérablement réduit, malgré une forte incidence (40 cas au cours de cette période), la transmission (un seul cas entre décembre 1987 et avril 1988).

De même, il est possible d'établir une relation entre le nombre de malades et l'intensité de la transmission. A Agaga, en décembre 1985, la présence de rares malades dans la communauté, à cause d'une densité de cyclopidés suffisante, a permis d'amplifier la transmission. A l'inverse, une incidence élevée ne détermine pas nécessairement une forte transmission, comme le montrent les exemples de Kakatéou (octobre 1985) et d'Agaga (février 1987).

6.3. CONCLUSIONS.

Les quatre foyers de transmission que nous avons étudiés peuvent être considérés comme stables. Les principales sources de contamination sont péri-domiciliaires et l'ensemble de la population est donc soumise au risque.

La concordance entre les rythmes saisonniers des densités de cyclopidés et la périodicité des émergences fait apparaître deux situations bien distinctes (figure 6.7.). Les mares villageoises assurent une transmission relativement prolongée, voire bimodale avec deux pics, en début et fin de saison sèche. Les rivières favorisent une transmission plus brève, en début de saison sèche. Ces modalités de transmission sont aisément identifiables en fonction du type de point d'eau servant à l'approvisionnement en eau domestique.

Cette étude montre que le risque de transmission du ver de Guinée dépend de deux facteurs qui doivent être associés pour définir un foyer de transmission stable. La présence de cas, même en nombre réduit, suffit à introduire ou maintenir la

dracunculose dans une communauté. Une densité de cyclopidés minimale est toutefois requise pour assurer la transmission. Nous l'avons évaluée à une dizaine de cyclopidés pour 10 litres d'eau. Le peuplement doit être composé d'espèces capables d'assurer le développement du parasite. De plus, les populations doivent survivre les deux ou trois semaines nécessaires à l'évolution des larves de *D. medinensis* vers le stade infectant.

CHAPITRE 7.

IMPACT SOCIO-ECONOMIQUE.



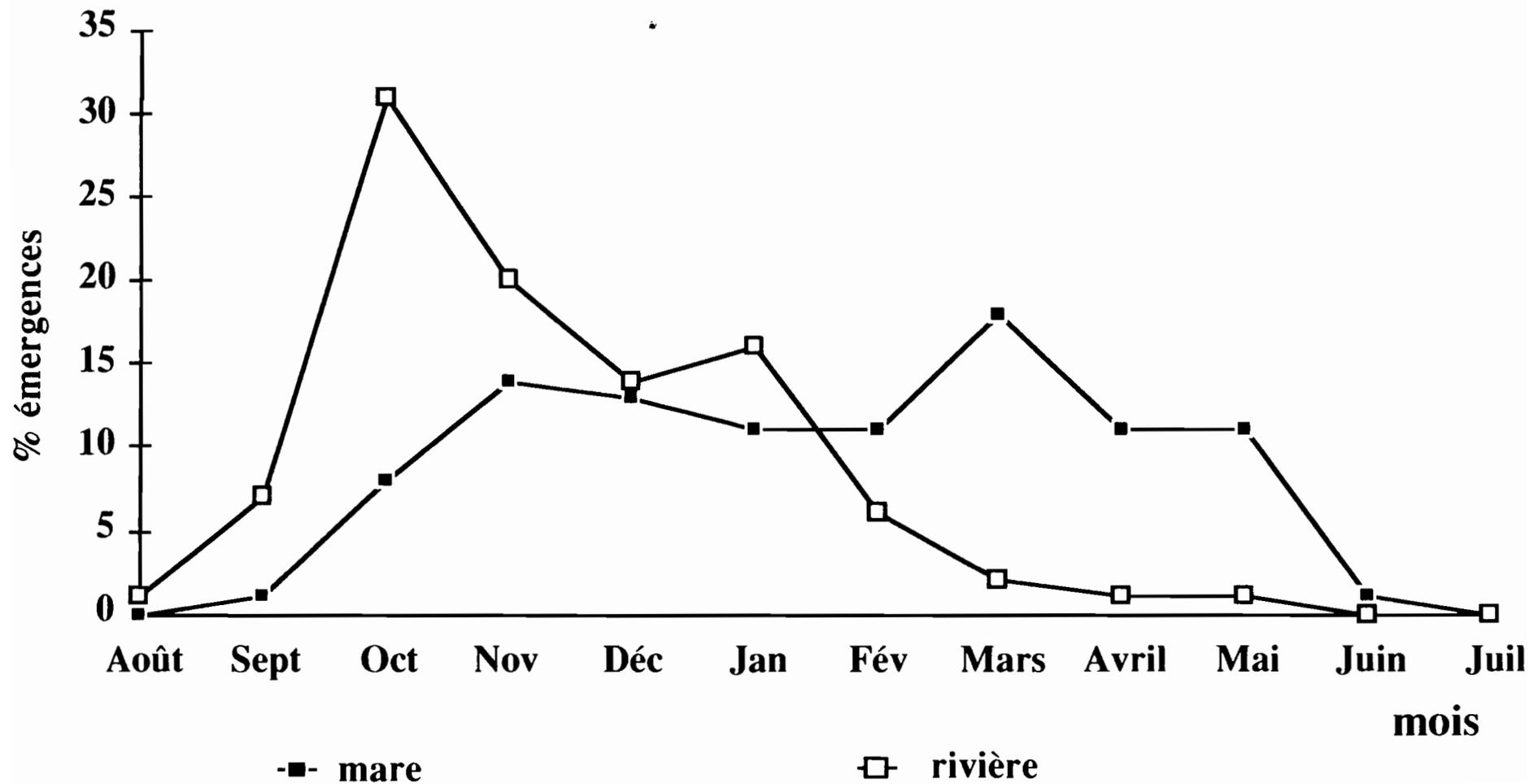
CHIPPAUX J.-P. et LARSSON R. W.- L'absentéisme scolaire lié à la dracunculose au Bénin. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 1990, 83: sous presse.

CHIPPAUX J.-P., BANZOU A. et AGBEDE K.- Impact social et économique de la dracunculose. Une étude longitudinale effectuée dans deux villages du Bénin. *Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé*, accepté pour publication.

CHIPPAUX J.-P.- Impact of dracunculiasis in a sugar-cane plantation. *Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine et Hygiene*, accepté pour publication.

Figure 6.7.

Variation saisonnière des émergences en fonction du type de point d'eau utilisé



Fortement invalidante, la dracunculose pose un réel problème socio-économique. Cet aspect a longtemps été négligé du fait de la complexité de l'interprétation des observations.

Bauvallet (1933) est l'un des premiers à attirer l'attention sur les 7% d'invalidité des recrues ouest-africaines. Belcher *et al.* (1975a) ont montré l'impact socio-économique du ver de Guinée dans une communauté rurale. La productivité agricole, faute de main d'oeuvre disponible au moment des récoltes, est gravement perturbée (Brieger et Guyer, 1990; De Rooy, 1987). Plus pernicieux est l'impact de la dracunculose sur la scolarité des enfants dans certaines régions endémiques (Brieger *et al.*, 1983; Ilegbodu *et al.*, 1986; Nwosu *et al.* 1982; Smith *et al.*, 1989; OMS, 1985c).

7.1. IMPACT ECONOMIQUE.

7.1.1. VARIATIONS DE L'ACTIVITE SAISONNIERE ET DISTRIBUTION DU TRAVAIL AU SEIN DE LA COLLECTIVITE.

Cette étude a été menée dans les villages de Lissa (185 habitants) et de Sozoumè (170 habitants). Nos observations ont permis d'évaluer l'emploi du temps des habitants en fonction de leur âge. Nourrissons et jeunes enfants ne participent jamais aux activités communes, sinon, à titre exceptionnel, dans un but éducatif. Les sujets âgés sont sollicités pour des tâches domestiques et pour des activités d'entretien ou de transformation. Dès sept ans, s'ils ne vont pas à l'école, les enfants accompagnent leurs parents au travail. Leur participation est progressive, en fonction de l'âge et du sexe: les fillettes vont très jeunes chercher de l'eau ou du bois de chauffage avec leur mère.

La population active se partage l'essentiel du travail, quoique de manière relativement inégale. Les travaux agricoles sont répartis selon des attributions spécifiques: sarclage des champs et confection des buttées d'igname pour les hommes, cueillette

et transport pour les femmes. Après les travaux des champs, il reste encore aux femmes l'essentiel des activités ménagères.

Les productions agricoles de Lissa et Sozoumè sont similaires. Les cultures de rente sont essentiellement le coton, le maïs et l'arachide. Les cultures vivrières sont l'igname, le manioc, le haricot et divers "condiments" (tomates, gombos et piments). Ces dernières sont produites en quantités similaires dans les deux localités. En revanche, les cultures de rente sont sensiblement plus développées à Lissa.

A Lissa (figure 7.1.), la variation saisonnière d'activité est peu importante. Elle concerne essentiellement l'agriculture, en nette diminution pendant la saison sèche, et les transactions commerciales effectuées par les hommes (vente du coton notamment). L'entretien et la fabrication des outils, ainsi que la réparation ou la construction des habitations, se font surtout en saison sèche. Les femmes vont échanger leurs produits toute l'année au marché qui se tient traditionnellement tous les cinq jours.

A Sozoumè (figure 7.2.), les variations saisonnières sont plus marquées en raison de la pluviosité annuelle plus faible). Elles ont les mêmes causes qu'à Lissa. Toutefois, en saison sèche, les points d'eau sont plus rares et plus éloignés, ce qui augmente de plus de 10% le temps d'activité des femmes.

L'évaluation de l'activité des ménages peut parfois conduire à certaines classifications pouvant paraître arbitraires. La corvée d'eau, par exemple, n'a pas été incluse dans les activités ménagères parce que l'importance de cette activité est variable selon la distance séparant le village du point d'eau. En outre, elle est en priorité dévolue aux enfants, en cas de nécessité, libérant ainsi les femmes d'une lourde activité. La lessive, et plus encore la cuisine, sont du ressort des femmes actives, plus rarement des femmes âgées. Nous avons surtout cherché à distinguer les activités selon deux critères: leur rôle productif et les possibilités de suppléance des sujets

Figure 7.1.
Activité mensuelle des villageois
et pertes de journées de travail
à cause de la dracunculose à Lissa

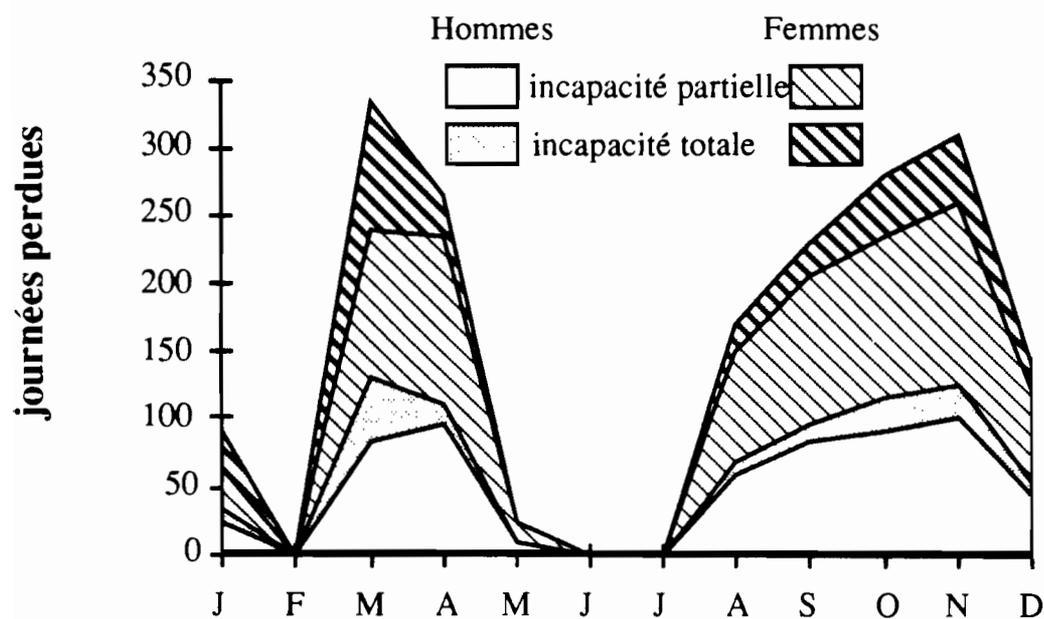
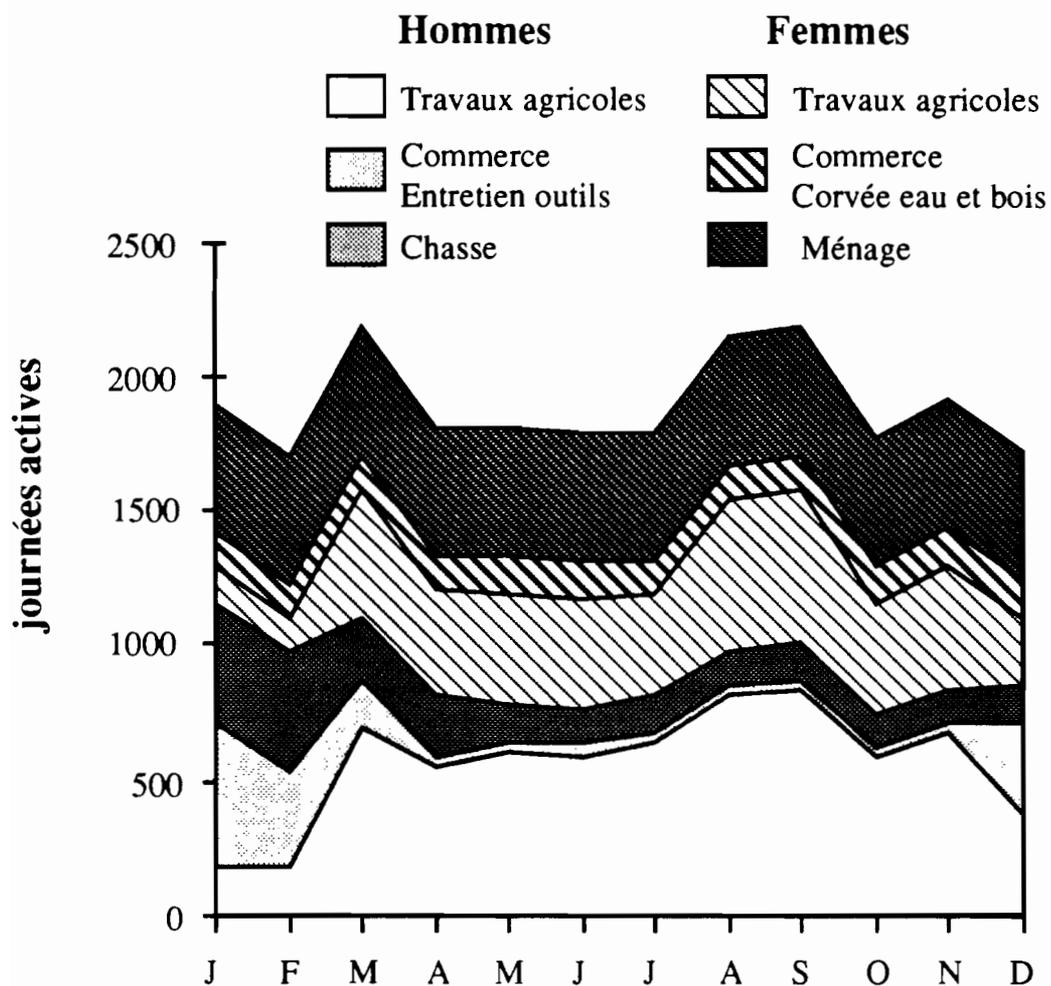
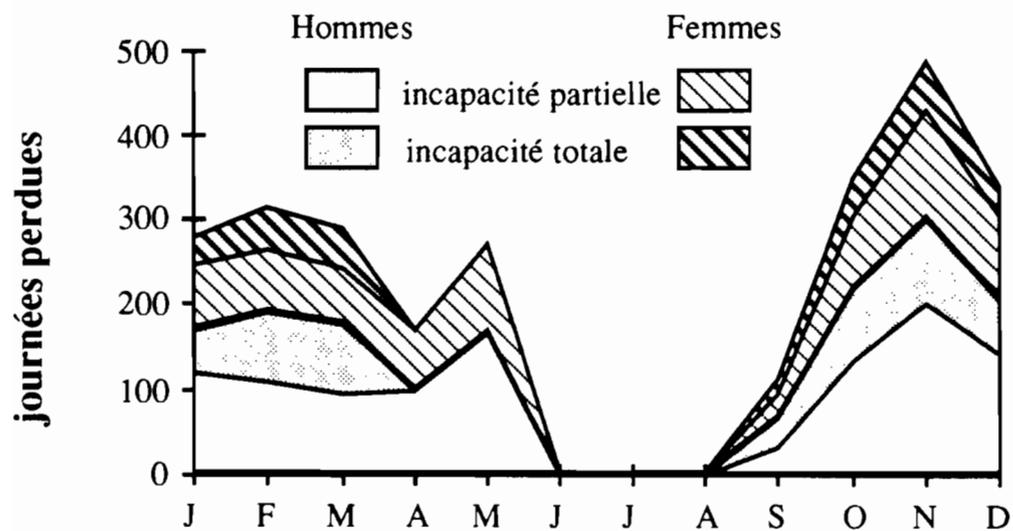
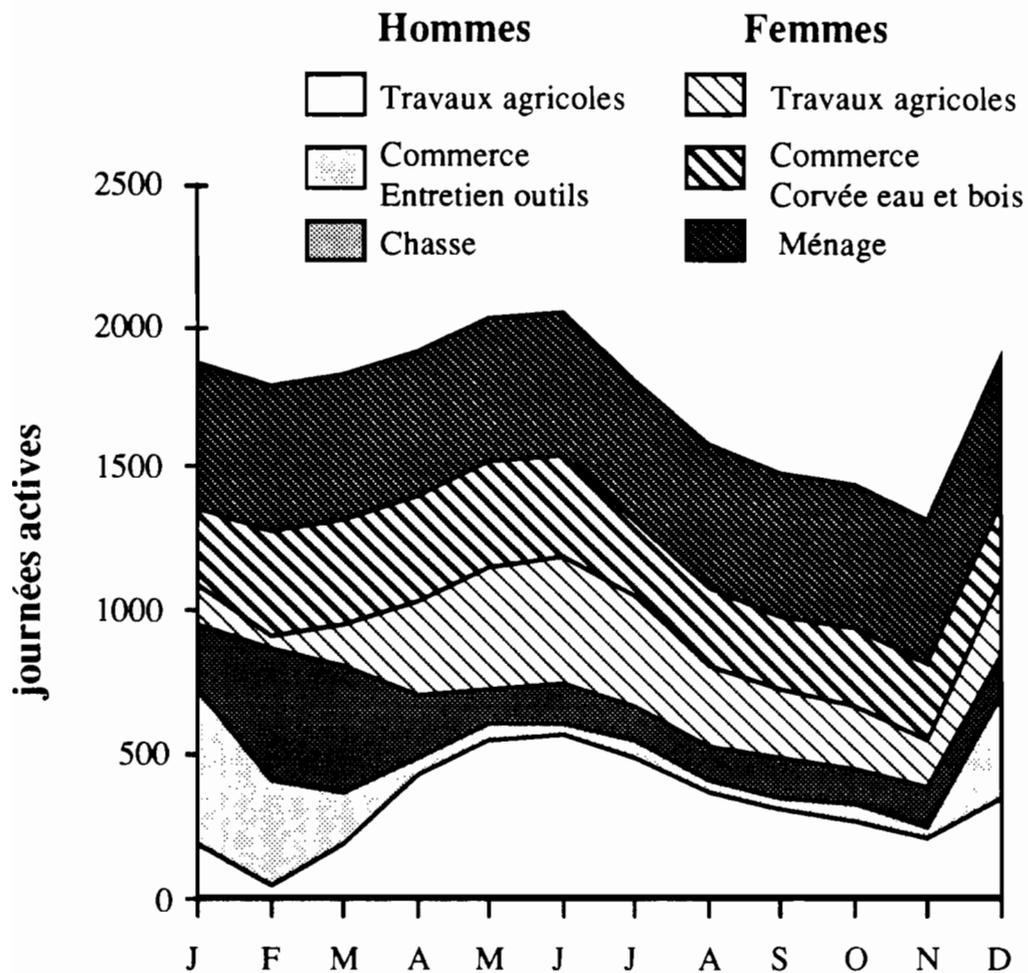


Figure 7.2.
Activité mensuelle des villageois
et pertes de journées de travail
à cause de la dracunculose à Sozoumé



malades par un groupe de population habituellement non chargé de cette tâche.

7.1.2. PERTE DE JOURNEES D'ACTIVITE A CAUSE DE LA DRACUNCULOSE.

Chez les malades, l'incapacité a été classée en deux groupes selon que le déplacement était possible sur une courte distance (= incapacité partielle) ou non (= incapacité totale).

L'incidence moyenne de la dracunculose au cours de la période d'étude (1987 à 1989) a été de 36% à Lissa et de 30% à Sozoumè. La durée moyenne des incapacités par malade a été, respectivement, de 39 et 59 jours. Celles-ci touchaient 45% des malades. Le nombre moyen de journées perdues annuellement est de 1.860 à Lissa et de 2.565 à Sozoumè.

La source et les modalités saisonnières de la contamination expliquent la périodicité remarquable des journées perdues (figures 7.1. et 7.2.). Les incapacités apparaissent en début et en fin de période d'activité agricole. A Lissa, elles atteignent en majorité les femmes, tandis qu'à Sozoumè, elles sont plus marquées chez les hommes qui se contaminent davantage à l'extérieur du village (chapitre 6.2.1.).

En nous fondant sur les déclarations des villageois, le coût annuel des journées perdues s'élève à 16.000 F CFA par malade (50 \$ de Etats-Unis). Ce montant tient compte des soins curatifs et du salaire d'une main d'oeuvre de substitution. A Lissa, 573 journées effectuées par des ouvriers agricoles ont été rémunérées au cours de la période couverte par cette étude.

Plusieurs classifications des incapacités ont été proposées (Smith *et al.*, 1989; Brieger et Guyer, 1990). La plupart sont établies à partir d'enquêtes transversales ou d'enquêtes rétrospectives par questionnaire. La classification que nous proposons offre l'avantage d'être simple à appliquer sur le terrain et de correspondre à des catégories d'activité bien distinctes. Le champ, le marché ou l'école sont, en général,

distants de plusieurs kilomètres, ce qui nécessite une bonne condition physique, quand celle-ci n'est pas indispensable pour l'activité elle-même. Les activités ménagères, l'entretien des outils, l'artisanat peuvent s'accommoder d'une réduction de la mobilité.

En tenant compte des jours de repos, chacun des deux villages capitalise en moyenne 2.500 journées actives mensuelles. Ce capital temps, qui concerne l'ensemble de la population active, n'est jamais utilisé en totalité (figure 7.1. et 7.2.). Le temps d'incapacité dû à la dracunculose entame fortement ce capital temps jusqu'à, parfois, restreindre le nombre de journées actives nécessaires pour les travaux communautaires. Dans les ménages ruraux africains, la réduction du temps de travail entraîne une réorganisation des activités, au sein de la famille ou du village (Watts *et al.*, 1989). L'entraide permet une suppléance non onéreuse dont l'objectif est d'éviter le recours à une main d'oeuvre rétribuée.

A Lissa, le nombre de journées perdues dont les pics correspondent à des périodes de forte activité agricole, induit une saturation du mécanisme de soutien familial se traduisant par l'embauche d'ouvriers agricoles rémunérés.

A Sozoumè, on observe un meilleur équilibre entre l'activité mensuelle et les journées perdues à cause de la dracunculose. Malgré les apparences, cela ne se traduit pas par un impact moindre de la dracunculose à Sozoumè. Les revenus, du fait d'une production de culture de rente réduite, sont inférieurs de 25% environ à ceux de Lissa.

Quelle que soit l'aptitude des communautés à compenser les pertes de journées actives liées à la dracunculose, celles-ci influent sur le choix des produits cultivés par les villageois. La flexibilité du calendrier agricole n'est possible que pour quelques plantes (manioc, gombo, haricot). La majorité des cultures sont plus exigeantes. Aussi, un fort taux d'incapacité au moment de la préparation des champs ou des semailles va-t-il

induire un glissement du calendrier; un changement dans le choix des cultures peut alors s'avérer indispensable. Cependant, la dracunculose n'est sans doute pas l'unique facteur intervenant dans le choix des productions agricoles: la qualité des sols et la pluviosité jouent également un rôle déterminant.

La redistribution des tâches peut se faire au détriment d'activités considérées comme secondaires ou peu rentables. Les enfants, sollicités pour remplacer les adultes invalides, désertent l'école. Comme nous le verrons, cette cause d'absentéisme scolaire est souvent plus importante que l'incapacité des élèves due à la dracunculose.

Les conséquences économiques de la dracunculose sont difficiles à calculer. Une partie importante du revenu des ménages se chiffre encore en produits vivriers dont la valeur commerciale n'est pas représentative du temps de travail. Néanmoins, une baisse de production devra être compensée par l'achat d'une quantité équivalente de nourriture. En revanche, le développement de culture de rente amène à traduire les revenus en prix de journée. Le salaire journalier est évalué par les coopératives agricoles dans le Zou à 450 FCFA. En pratique, il est souvent très inférieur. Sur ces bases, le coût des journées de travail perdues correspond à 15% du revenu annuel d'une personne active.

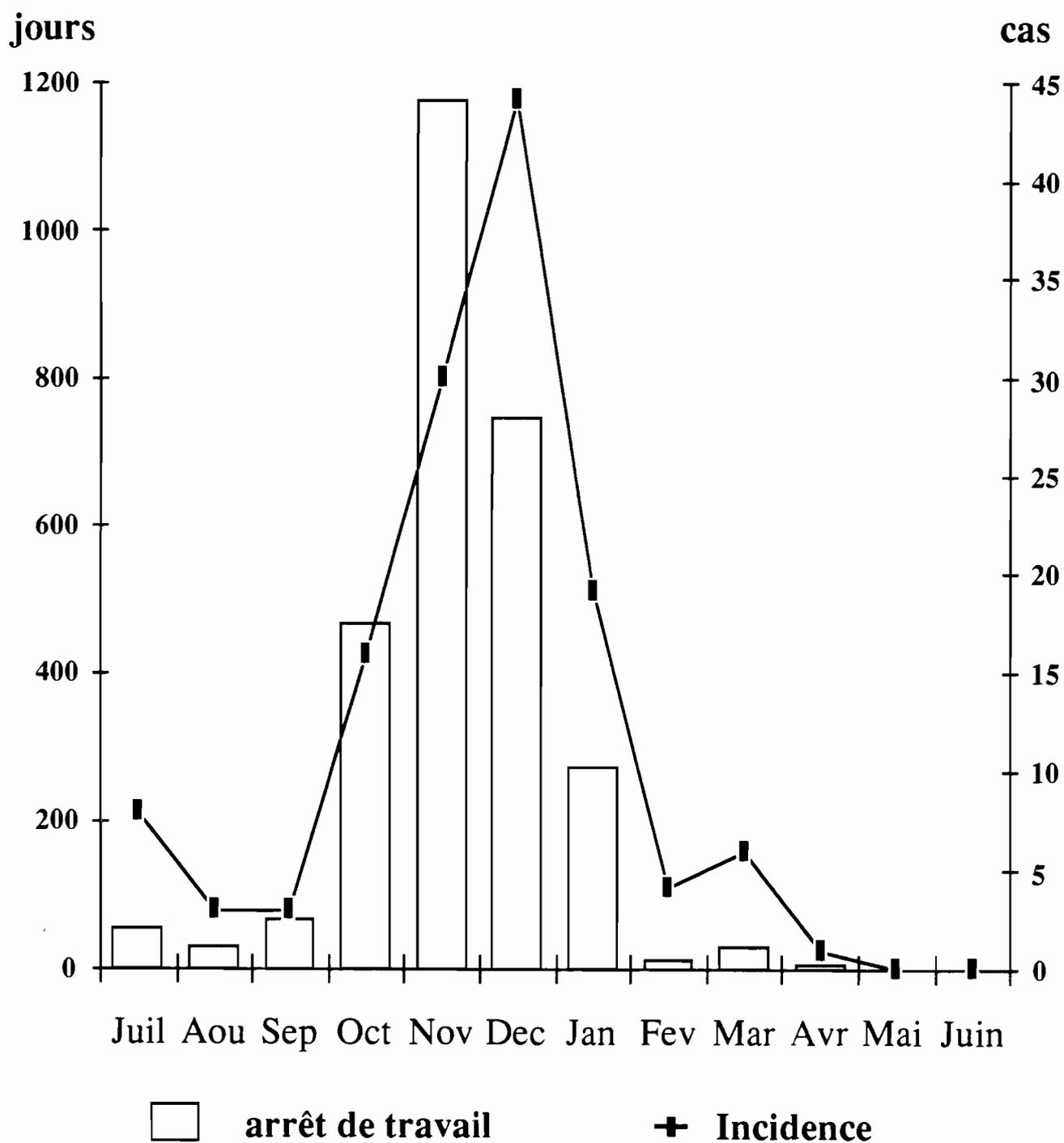
7.1.3. IMPACT AU NIVEAU DES ENTREPRISES AGRO-INDUSTRIELLES.

La Société Sucrière de Savè emploie environ 1.450 personnes dont la plupart sont des ouvriers saisonniers.

Au cours de la saison de transmission 1986/87, 134 personnes (9,3%) ont présenté une ou plusieurs émergences de ver de Guinée. En juillet et août 1986, neuf patients étaient des ouvriers saisonniers venant du nord du Bénin où la période de

Figure 7.3.

Incidence mensuelle et journées de travail perdues au cours de la saison de transmission 1986-1987



transmission se situe entre juin et septembre. 55% des cas observés sont survenus en novembre et décembre, lors de la récolte des cannes à sucre. La perte de travail a été évaluée à 4% du temps nécessaire à la récolte. 37 ouvriers supplémentaires ont dû être engagés pour effectuer 1.650 journées rémunérées en moyenne 300 FCFA. De plus, au cours de cette période, 2.370 journées de traitements ont été dispensées à l'infirmierie de l'entreprise.

En 1987/88, 15 personnes ont été atteintes de dracunculose. Elles ont été remplacées pendant 175 journées par 4 ouvriers. Par ailleurs, 250 journées de traitement ont été notifiées.

Dans la plantation de canne à sucre, la brutale réduction du nombre de cas de dracunculose en 1987/88 n'a pas été expliquée. Elle concernait l'ensemble des travailleurs, aussi bien permanents que saisonniers.

La durée moyenne d'incapacité a été de 22 jours. La paradoxale diminution du nombre de journées d'arrêt de travail en décembre par rapport à l'absentéisme de novembre (figure 7.3.), malgré une incidence accrue, pourrait être due à un besoin impératif de main d'oeuvre (coupe de la canne à sucre en décembre).

7.2. ABSENTEISME SCOLAIRE.

7.2.1. SURVEILLANCE LONGITUDINALE DES VILLAGES D'ETUDE.

377 enfants d'âge scolaire (6 à 15 ans inclus) ont été recensés et suivis au cours d'une période de quatre ans à Agaga, Kakatéou et Lissa et trois ans à Sozoumè. 226 enfants ont été atteints de dracunculose, ce qui correspond à une incidence annuelle moyenne de 17,7%. La différence d'incidence entre les enfants d'âge scolaire et les adultes (22,4%) est significative ($e = 2,36$; $p < 0,03$).

Les durées de la maladie et de l'incapacité chez les enfants sont données pour chaque village dans le tableau 7.1. La durée

moyenne de la maladie chez les enfants est de 104 jours (extrêmes: 30-290 jours). Le nombre de journées d'incapacité est de 32 (extrêmes: 0-260 jours). La durée moyenne de la maladie n'est pas significativement différente d'un village à l'autre ($F_{(3, 222)} = 2,17$; $p > 0,05$). En revanche, la durée moyenne de l'incapacité est significativement différente entre les villages ($F_{(3, 222)} = 3,89$; $p < 0,01$). L'absentéisme scolaire lié à l'incapacité des élèves est de 165 jours par an à Lissa, pour onze enfants inscrits à l'école en début d'année scolaire, et 200 jours à Sozoumè pour quatorze enfants inscrits. 20% de ces enfants sont absents de l'école, à cause de la dracunculose, plus de 30 jours ouvrables par année scolaire.

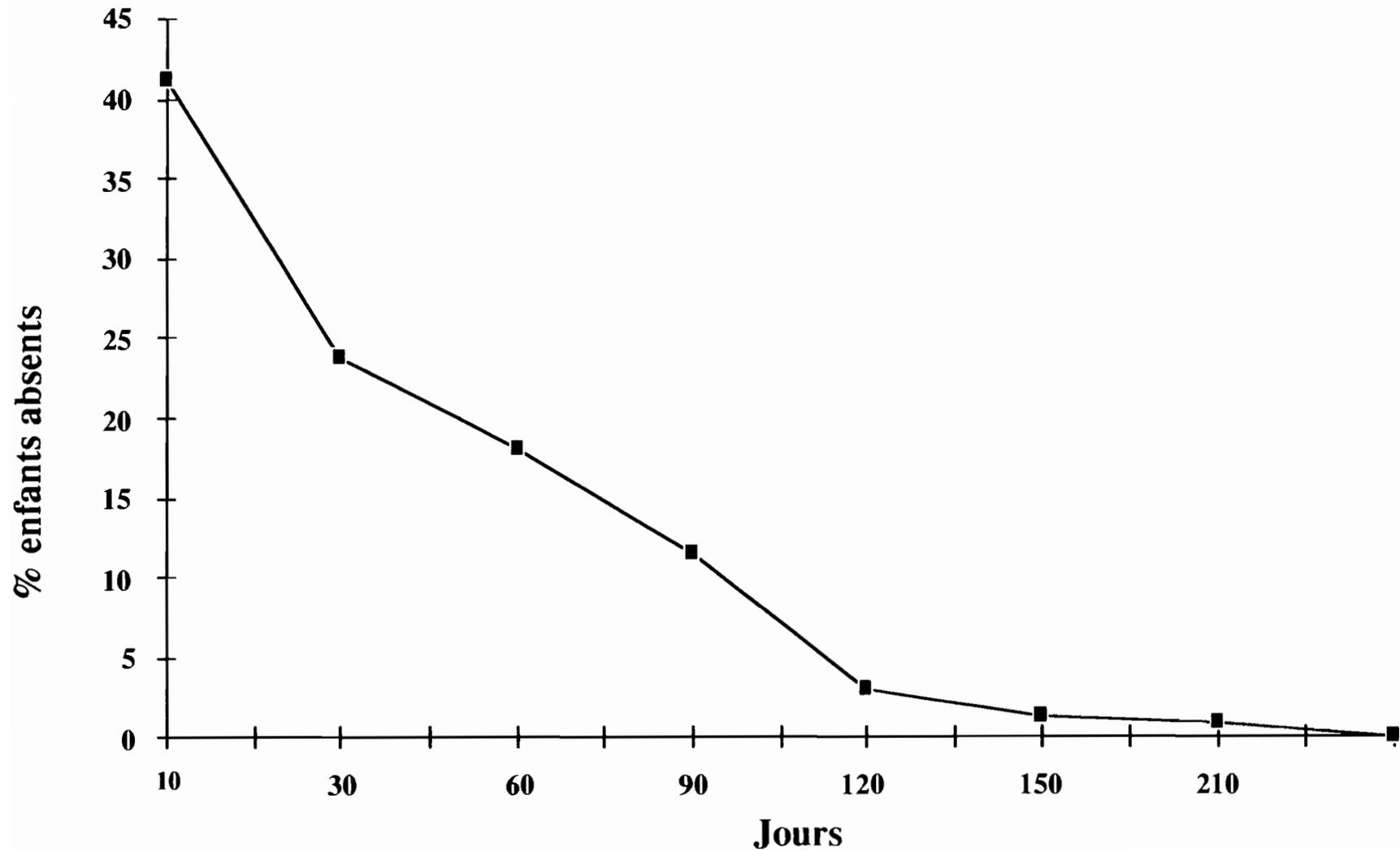
Tableau 7.1.: Incidence, durées moyennes de la maladie et de l'incapacité dans les villages sentinelles.

Villages	Nombre enfants malades	durée moyenne maladie	durée moyenne incapacité
Agaga	25	87 +/-14	14 +/-6
Kakatéou	86	101 +/-2	28 +/-1
Lissa	68	111 +/-2	38 +/-1
Sozoumè	47	111 +/-2	39 +/-2
Total	226	104 +/-1	32 +/-1

Il y a une nette corrélation entre l'incidence et le pourcentage de journées de classe manquées ($r = 0,82$; $p < 10^{-3}$). La figure 7.4. établit la courbe de fréquence d'enfants absents en fonction de la durée de leur absence. Dans les villages possédant une école, le nombre de journées de classe manquées est de 14,5. Il est de 42,3 dans les localités sans école ($e = 3,43$; $p < 10^{-2}$).

Figure 7.4.

Relation entre la fréquence d'absence et la durée de l'absence



7.2.2. ENQUETE NATIONALE.

Sur 224.556 enfants inscrits dans les écoles ayant répondu au questionnaire, 193.295 élèves étaient présents le jour de l'enquête, soit un taux d'absentéisme instantané de 13,92%. 3.635 cas de dracunculose avaient été observés par les enseignants chez leurs élèves depuis le début de l'année scolaire qui couvre l'ensemble de la saison de transmission (de septembre à mai). Il y a une forte corrélation entre l'incidence déclarée et la prévalence observée le jour de l'enquête ($r = 0,96$; $p < 10^{-5}$); figure 7.5.). L'incidence globale (1,62%) est très variable d'une région à l'autre (tableau 7.2.). L'absentéisme lié à la dracunculose a été observé chez 40% des enfants porteurs de ver de Guinée au moment de l'enquête.

L'absentéisme scolaire imputable à la dracunculose a déjà été mesuré par plusieurs auteurs, notamment au Nigéria et en Côte d'Ivoire. Nwosu *et al.* (1982) constatent la présence de l'infection chez 22% des élèves de l'Etat d'Anambra. Dans certaines écoles, en fin de saison d'émergence des vers, l'absentéisme atteint 60% des effectifs. Deux écoles fermèrent pendant 15 jours, faute d'élève. Edungbola (1983), dans l'Etat de Kwara, avait évalué l'absentéisme à cause de l'incapacité due à la dracunculose, à 29% des inscrits. En plus de ces enfants, 13% des élèves étaient absents parce qu'ils remplaçaient aux champs leurs parents rendus temporairement invalides par la dracunculose. Ilegbodu *et al.* (1986), dans l'Etat d'Oyo, signalent un taux d'absentéisme annuel de 15% environ, avec 25% de journées de classe manquées, ce qui conduirait à 5,7% d'échec scolaire. En saison d'émergence des vers, ces auteurs rapportent un taux d'absentéisme de 88% dans certaines écoles.

En Côte d'Ivoire, le nombre de jours perdus atteint 0,18% du nombre annuel de jours de classe (OMS, 1985c). Il faut noter que la saison de transmission se situe entre juin et septembre dans le nord de la Côte d'Ivoire où la dracunculose est prévalente.

Cette période correspond aux congés scolaires annuels (juillet à août), ce qui explique le relativement faible taux d'absentéisme scolaire.

Tableau 7.2.: Résultats de l'enquête nationale dans les écoles de base.

District (Province)	Inscrits	Incid.	Absent.	Préval.
Bassila (Atacora)	5527	0,9	1,3	0,14
Boukombé (Atacora)	2643	0,2	-	-
Copargo (Atacora)	1920	1,6	-	0,74
Djougou (Atacora)	9714	1,3	2,6	0,15
Kouandé (Atacora)	2871	0,1	-	-
Natitingou (Atacora)	5240	0,2	-	0,13
Ouaké (Atacora)	3012	1,2	1,2	0,22
Péhunco (Atacora)	1850	0,1	-	-
Banikoara (Borgou)	2943	0,1	-	-
Nikki (Borgou)	1478	0,3	-	-
Tchaourou (Borgou)	3598	0,3	0,8	0,03
Aplahoué (Mono)	3558	0,1	-	0,03
Bopa (Mono)	1915	10,5	2	4,9
Dogbo (Mono)	5863	0,2	-	0,13
Grand Popo (Mono)	3324	1,1	1	0,19
Klouékanmè (Mono)	3408	0,1	-	-
Lalo (Mono)	2081	1,2	1,3	0,56
Lokossa (Mono)	5809	0,4	0,3	0,02
Adja Ouéré (Ouémé)	3143	2,9	4,7	1,05
Adjohoun (Ouémé)	3772	4,5	5,4	2,40
Akpro Misséré (Ouémé)	3617	0,1	-	-
Bonou (Ouémé)	1890	0,3	-	-
Pobé (Ouémé)	3064	2,6	1,1	0,64
Sakété (Ouémé)	5660	0,2	0,2	0,02
Abomey (Zou)	7718	0,3	0,2	0,06
Agbangnizoun (Zou)	4587	1	0,4	0,16
Bantè (Zou)	3446	7,7	12,2	2,11
Bohicon (Zou)	8753	1,1	2,3	0,25
Covè (Zou)	3918	0,1	-	0,06
Dassa (Zou)	5913	10,1	18,9	2,79
Glazoué (Zou)	6369	5,5	5,9	1,92
Ouèssé (Zou)	3692	5,4	14,4	1,13
Savalou (Zou)	4717	13,6	19,7	4,13
Savè (Zou)	4892	8,2	16,8	3,06
Za Kpota (Zou)	3299	1,1	0,5	0,11
Zagnanado (Zou)	3388	0,1	0,2	0,03
Zogbodomé (Zou)	4310	0,5	0,3	0,03

- = pas de cas de dracunculose le jour de l'enquête.

L'absentéisme scolaire est bien évidemment fonction de l'incidence de la maladie. Mais d'autres facteurs limitent, ou accentuent, le phénomène, au premier rang desquels l'éloignement de l'école joue un rôle essentiel. La durée significativement plus grande de l'absence dans les villages sans école en est l'illustration.

Je n'ai pas pu mesurer avec précision l'influence du taux d'incapacité de la population active. Les effectifs d'enfants scolarisés dans les villages d'étude étaient trop faibles pour être significatifs. L'enquête nationale permet une évaluation indirecte de l'influence de ce facteur. Elle confirme l'importance de l'absentéisme scolaire là où existe la dracunculose; l'absentéisme scolaire est fortement corrélé à l'incidence ($r = 0,84$; d.d.l. = 22; $p > 10^{-3}$). Mais il est, en moyenne, supérieur de 40% à l'incidence annuelle. Cette différence peut être attribuée aux enfants requis pour assurer le remplacement des adultes invalides. Pourtant, le pourcentage d'enfants retirés de l'école pour aider les familles est constant et ne semble pas dépendre de l'incidence globale, ni de la prévalence. Cela évoque plutôt une habitude, ou une règle sociale, qu'une réponse ponctuelle à une nécessité. Selon Edungbola (1983), le remplacement des invalides explique, en période de dracunculose, jusqu'à 23% d'absence dans une école. Ce facteur est probablement, lui aussi, dépendant de l'éloignement de l'école et des champs.

7.3. CONCLUSIONS.

Les conséquences socio-économiques de la dracunculose sont difficiles à évaluer. Affection touchant essentiellement des petites communautés enclavées, ses effets néfastes sont heureusement en partie compensés par les systèmes traditionnels de suppléance. Néanmoins, le poids de la dracunculose est indiscutable, en réduisant le pouvoir d'achat des ménages de près de 10% et en limitant l'effort de scolarisation.

Figure 7.5.

Corrélation entre l'incidence annuelle déclarée et la prévalence observée en fin de saison de transmission

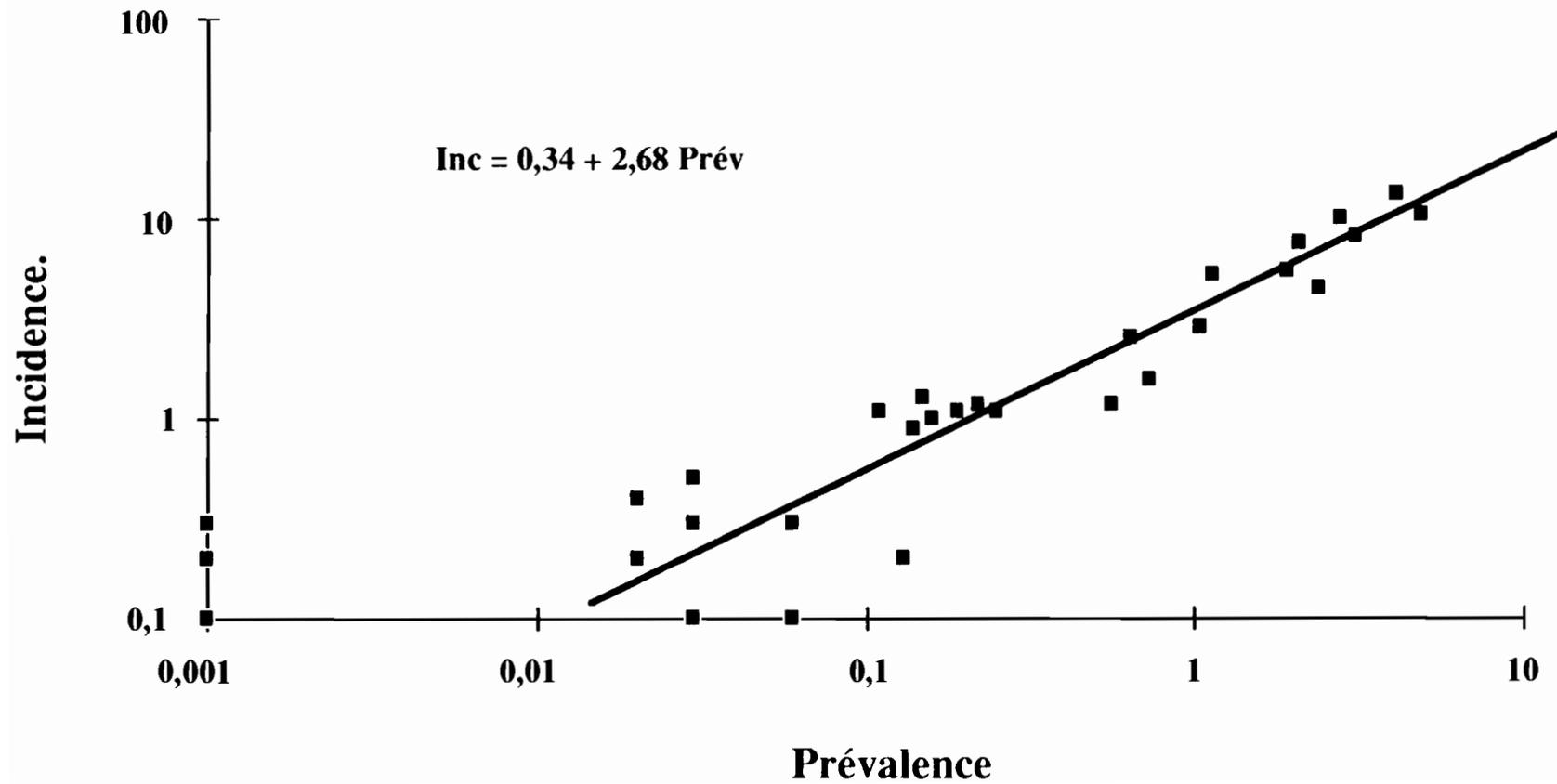
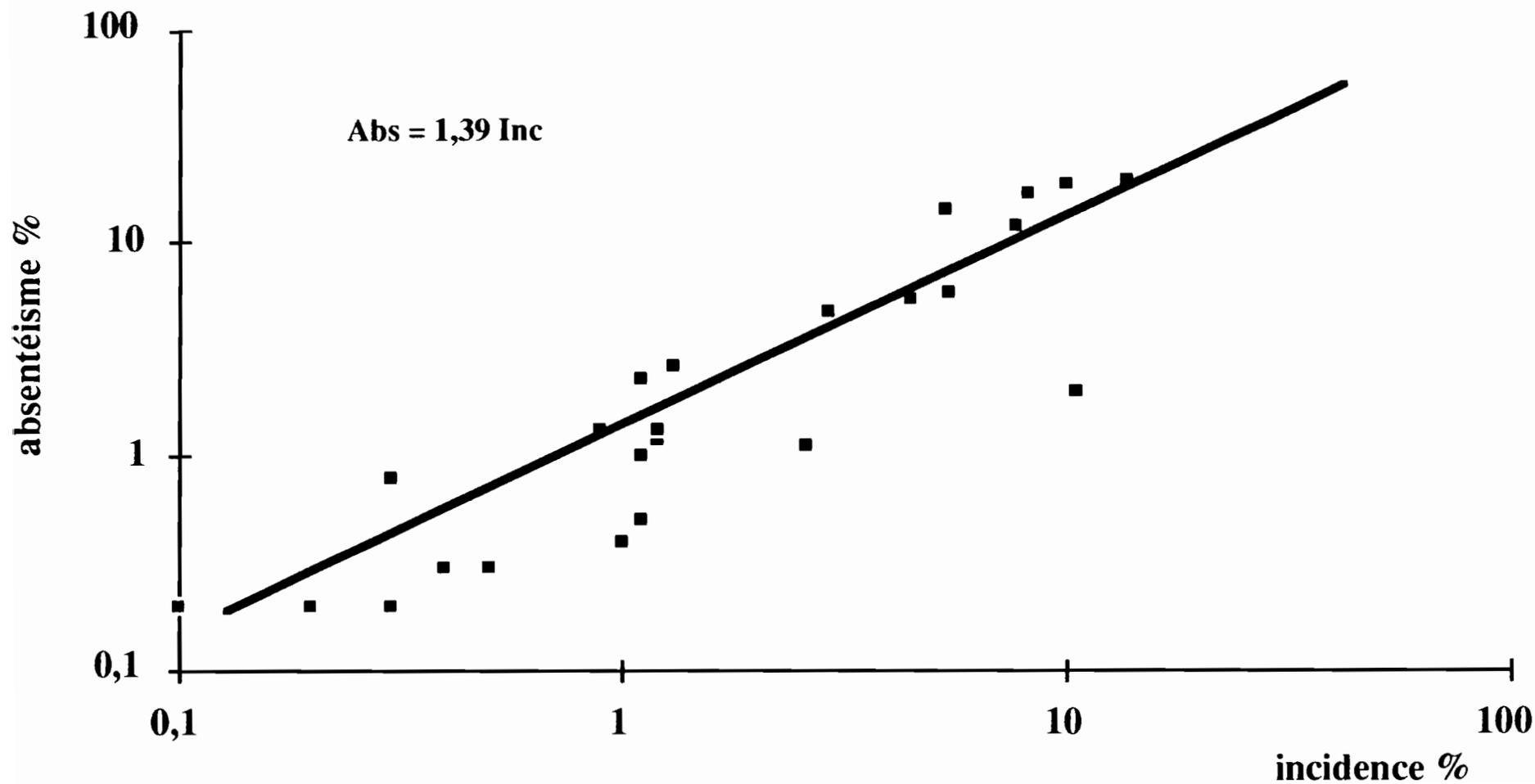


Figure 7.6.

Corrélation entre l'incidence annuelle et l'absentéisme scolaire



CHAPITRE 8 .
LUTTE CONTRE LA DRACUNCULOSE .



Photographie Daniel Heuclin

CHIPPAUX J.-P.- Echech du thiabendazole en prophylaxie de la dracunculose. *Médecine Tropicale*, 1990, 50 (4): 455-458.

CHIPPAUX J.-P.- Mebendazole treatment of dracunculiasis. *Transaction of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 1991, 85 (2): 280.

CHIPPAUX J.-P., LANIYAN I. et AKOGBETO M.- Evaluation de l'efficacité du Téméphos dans la lutte contre la dracunculose. Soumis aux *Annales de la Société belge de Médecine tropicale*.

CHIPPAUX J.-P. et PRUDENCIO E.- Utilisation des sources d'eau en région d'hyperendémie dracunculienne. Soumis à *Social Science and Medicine*.

CHIPPAUX J.-P., YOVO K.P., SOAKOUDE Y. et AKOGBETO M.- Efficacy of selected compounds to *Thermocyclops oblongatus*, one of the main intermediate host of guinea worm in Africa. Soumis à *Tropical Geographical Medicine*.

La 44^{ème} Assemblée Mondiale de la Santé a recommandé la lutte contre la dracunculose en vue de son éradication dans le courant des années 1990.

L'élimination de la dracunculose est conditionnée par la maîtrise d'un approvisionnement constant d'eau de boisson de bonne qualité en quantité suffisante. Les difficultés logistiques, et parfois culturelles, constituent un frein à l'utilisation d'eau potable et expliquent la plupart des échecs rencontrés au cours de ces dernières années.

Les différentes stratégies de lutte contre la dracunculose sont illustrées sur la figure 8.1.

8.1. CHIMIOTHERAPIE/CHIMIOPROPHYLAXIE.

Les nombreux essais d'antihelminthiques sont peu concluants.

Le novarsénobenzol (Jeanselme, 1919) a vite été abandonné en raison des effets secondaires sévères observés dès les premiers traitements (Martinaud, 1923).

L'émétique (Macfie, 1920; Tournier 1922), les sels d'antimoine (Chaigneau, 1927; Tournier, 1922) seuls ou associés (Martinaud, 1923), ont eu leurs adeptes, bien que d'efficacité et de tolérance médiocres.

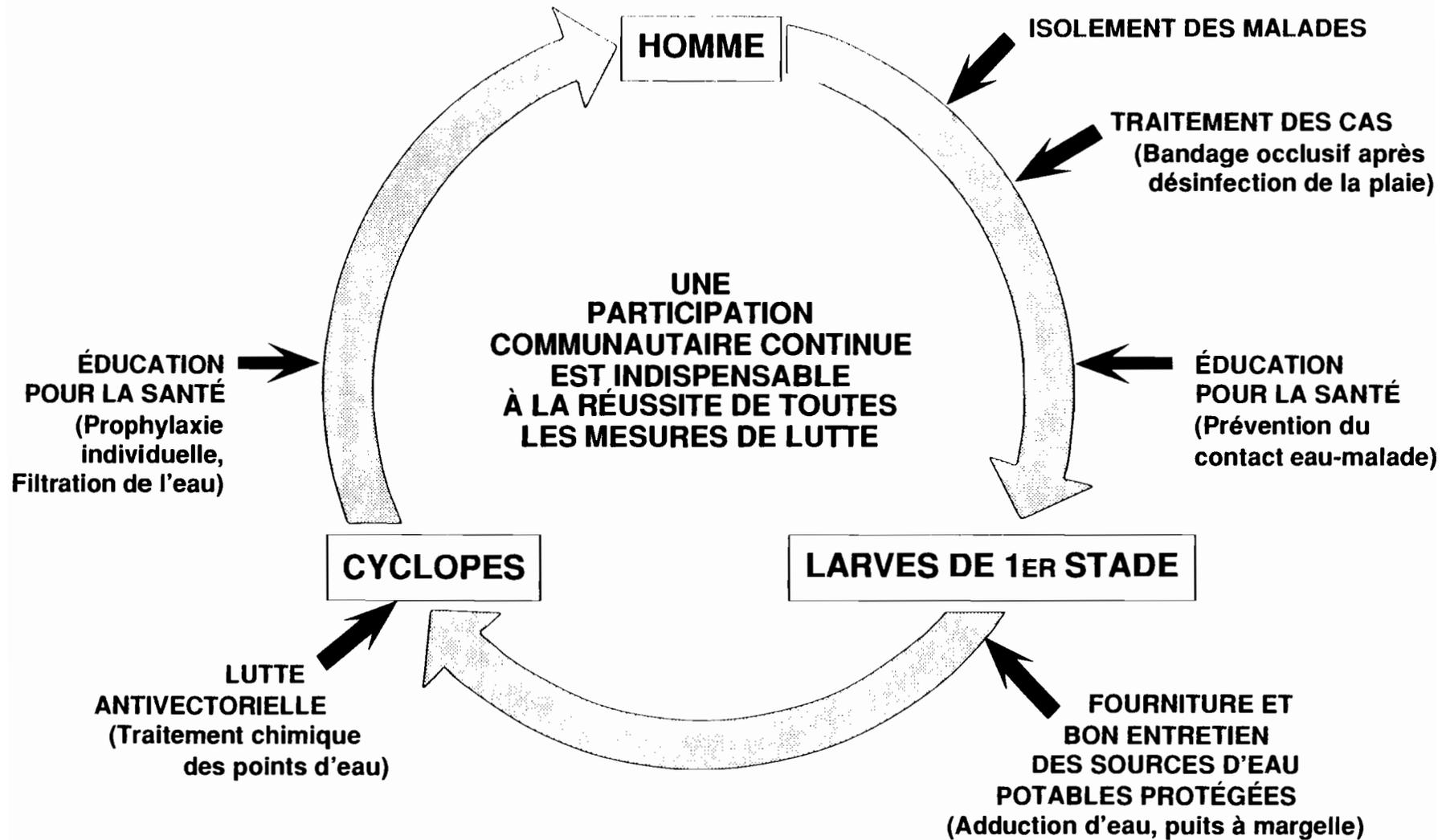
Les infiltrations locales de phénotiazine (Elliott, 1942) ne réduisaient pas le temps d'hospitalisation et nécessitaient un traitement trop long pour pouvoir être généralisées.

La diéthylcarbamazine, a une efficacité discutable en traitement curatif (Onabamiro, 1956), mais semblait prometteuse en prophylaxie (Rousset, 1952). Pourtant, elle n'a jamais été utilisée à cette fin; les récents essais expérimentaux, sur l'animal, n'ont d'ailleurs pas confirmé ces observations (Eberhard *et al.*, 1990).

Le Mel W (Besse et Macario, 1965; Macario, 1965), proposé en traitement de masse, a été retiré peu de temps après, à cause des effets secondaires graves survenus lors de traitements contre l'onchocercose.

Figure 8.1.

LUTTE CONTRE LE VER DE GUINÉE: LES POINTS D'INTERVENTION



Le trimélarsan a été expérimenté par Raffier et Konan Kouassi (1965) à la dose de 10 mg.kg^{-1} en une prise. Ces essais n'ont pas eu de suite.

Le métronidazole, à la dose de 600 mg par jour, pendant sept jours (Antani *et al.*, 1972; Gaitonde *et al.*, 1974), et de 900 mg par jour, pendant dix jours, s'est révélé d'intérêt limité (Kale, 1974; Kale *et al.*, 1983; Sharma *et al.*, 1979) en réduisant la durée de la maladie; il reste sans effet sur le ver et son expulsion. De plus, Belcher *et al.* (1975b) n'ont pas confirmé ces résultats; Paul *et al.* (1983), tout en reconnaissant une partielle efficacité du traitement, ont conclu à l'impossibilité de son utilisation en campagne de masse. L'efficacité partielle du métronidazole peut s'expliquer par son action sur la flore anaérobie qui est à l'origine de nombreuses complications septiques.

Le niridazole, aux doses de 25 à 35 mg.kg^{-1} par jour, dix jours de suite, accélère la guérison des lésions bénignes ou modérées, mais ne manifeste aucun effet probant sur le ver lui-même (Kale, 1974; Kotari *et al.*, 1969b; Raffier, 1965 et 1969a).

Le métrifonate semble inefficace chez l'animal infecté expérimentalement (Eberhard *et al.*, 1990). Muller (1979) avait signalé, toujours chez l'animal infecté expérimentalement, un décès suspect lors du traitement.

Le L-tétramisole n'a aucune action, aux doses thérapeutiques sur *D. medinensis* (Gentilini *et al.*, 1970).

L'albendazole (10 mg.kg^{-1}) n'a pas eu d'efficacité significative chez l'animal infecté expérimentalement, pas plus que l'ivermectine (1 mg.kg^{-1}) dans les mêmes conditions (Eberhard *et al.*, 1990).

Le thiabendazole ne montre pas d'effet curatif (Belcher *et al.*, 1975; Gentilini *et al.*, 1970; Kale *et al.*, 1983; Raffier, 1969). Nous l'avons essayé sans succès en traitement prophylactique, au cours d'un essai sur le terrain rapporté ci-dessous (Chippaux, 1990).

Le mébendazole, d'efficacité discutée (Kale, 1975; Kaul *et al.*, 1983), a fait l'objet d'une étude, à dose plus élevée, que je rapporte ici (Chippaux, 1991a).

8.1.1. THIABENDAZOLE.

L'année du traitement, Lissa comptait 175 résidents. 76 volontaires ont accepté de se soumettre au traitement (50 mg.kg⁻¹ en une prise). 67 ont pu être suivis jusqu'à la fin de l'étude. Parmi les 99 sujets qui n'ont pas reçu le traitement, 83 ont été revus régulièrement au cours de l'année suivante. Nous avons comparé les observations des quatre périodes d'émergence entre les sujets traités et les autres.

8.1.1.1. Incidence.

L'incidence globale des deux années d'enquête a été identique: 35,58% en 1987/88 et 34,93% en 1988/89.

L'incidence dans les deux groupes, traité et non traité, n'a pas été statistiquement différente au cours des quatre saisons d'émergence ($\chi^2 = 3,61$; d.d.l. = 3; $p > 0,30$; figure 8.2.).

8.1.1.2. Charge parasitaire.

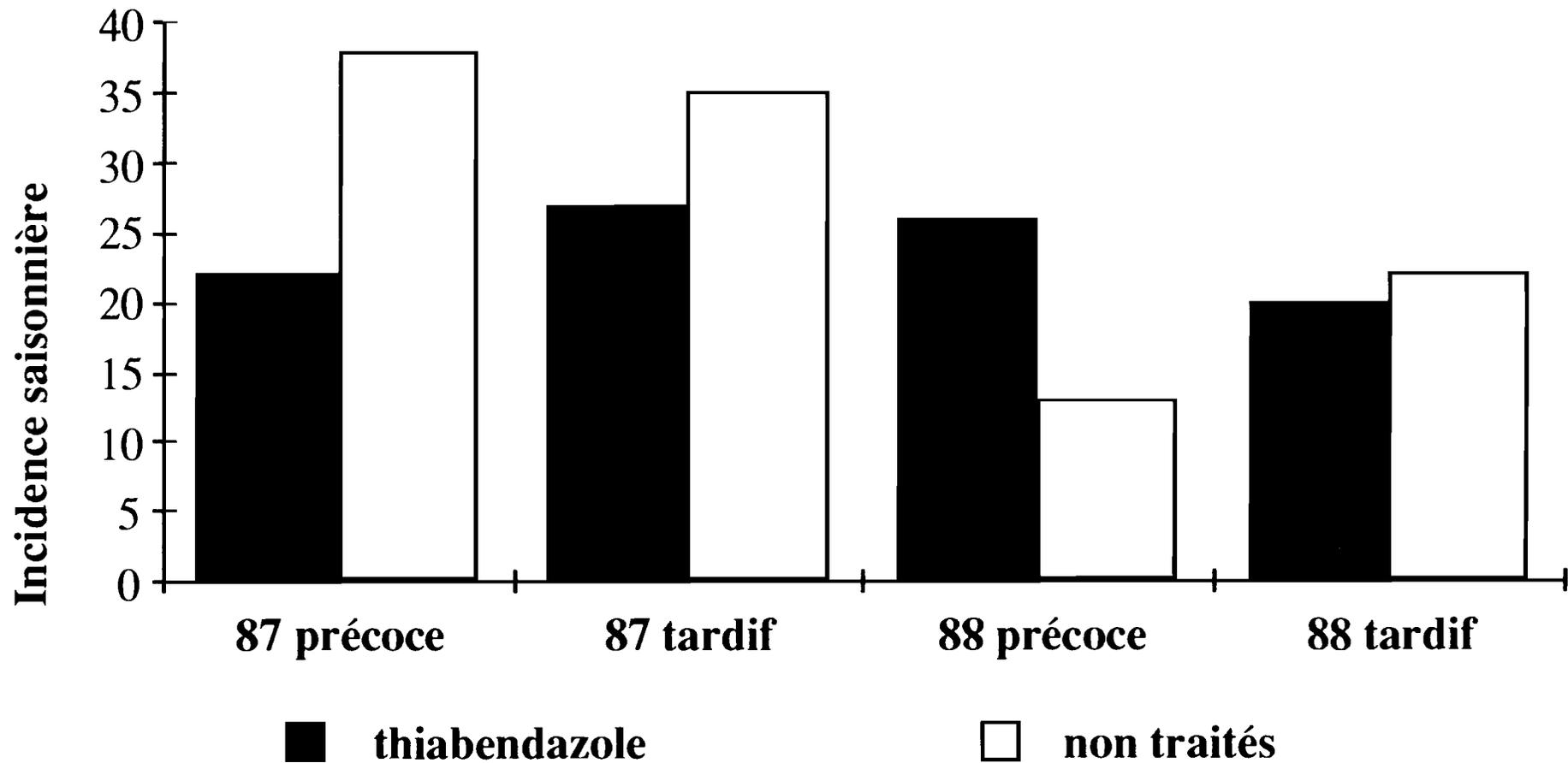
Analysée simultanément par groupe et saison d'émergence, la charge parasitaire diffère significativement (tableau 8.1.). Analysée simplement en fonction du traitement, sans tenir compte de la saison d'émergence, les différences ne sont plus significatives. Il apparaît en saison 88 tardive une nette diminution de la charge parasitaire dans les deux groupes par rapport à 87 tardif; elle est, toutefois, plus importante chez les sujets traités (tableau 8.1.).

8.1.1.3. Localisation des émergences.

Le nombre d'émergences en saisons 87 et 88 précoces est insuffisant pour permettre l'analyse statistique. La fréquence

Figure 8.2.

Evolution de l'incidence en fonction du traitement prophylactique par le thiabendazole



des migrations aberrantes, c'est à dire ailleurs qu'aux membres inférieurs, est similaire dans les deux groupes: 9% sans traitement et 14% après traitement. Si l'on combine les émergences de la saison 87 tardive et celles de la saison 88 précoce, le nombre d'émergences devient suffisant pour être comparé à la localisation des émergences chez les sujets non traités. La différence n'est pas significative ($\chi^2 = 4,95$; d.d.l. = 2; $p > 0,05$). De même, la fréquence des émergences manquées (mort du ver avant sa sortie) n'est pas significativement différente entre le groupe traité et le groupe non traité (7,7% et 6,7% respectivement; $e = 0,35$; $p > 0,72$).

8.1.1.4. Durée de la maladie et de l'incapacité.

Ni l'une ni l'autre ne sont significativement différentes entre les deux groupes. La durée moyenne de la maladie est de 111 jours en 1987/88 chez les sujets non traités et de 116 jours chez les sujets soumis au traitement. L'année suivante, après le traitement, la durée moyenne de la maladie est de 90 jours pour les sujets non traités et de 112 jours chez ceux ayant reçu le thiabendazole. La durée de l'incapacité est de 11 jours en moyenne dans le groupe non traité et de 17 jours dans le groupe traité.

Tableau 8.1.: Nombre total d'émergences en fonction des saisons de transmission.

	thiabendazole	non traités	χ^2
87 précoce	48	58	2,21
87 tardif	55	94	$p > 0,05$
88 précoce	40	29	0,83
88 tardif	22	52	$p > 0,05$
χ^2	4,30	0,12	15,19
	$p < 0,05$	$p < 0,05$	$p < 0,01$

8.1.1.5. Effets secondaires.

12 personnes ont présenté des effets secondaires divers sur les 76 traitées (16%). Il s'agissait de troubles digestifs bénins, diarrhées (11%) et vomissements (3%), ou de vertiges (5%).

Le thiabendazole ne semble pas avoir d'action ni sur les larves infestantes (L3), ni sur les jeunes femelles avant leur émergence. Nous n'avons pas essayé le thiabendazole en traitement curatif des vers émergés. Raffier (1967 et 1969b), avec des doses égales ou supérieures à 50 mg.kg^{-1} de thiabendazole en une ou plusieurs prises, puis Kale *et al.* (1983), avec une dose de 50 mg.kg^{-1} en une prise renouvelée le lendemain, avaient obtenu de bons résultats thérapeutiques. En revanche, Belcher *et al.* (1975b) avaient constaté l'inefficacité du thiabendazole aux doses de 25 et 50 mg.kg^{-1} en une prise, renouvelée pendant trois jours consécutifs. Cette absence d'effet était signalée autant sur les lésions déclarées lors du traitement que sur les émergences survenues dans les 10 semaines suivantes, ce qui est en accord avec nos résultats. Piéron *et al.* (1983) n'observaient qu'une faible réduction de la durée moyenne de l'hospitalisation chez les sujets sous thiabendazole par rapport aux malades non traités.

Seul, à notre connaissance, Kale (1982) a évoqué l'utilisation du thiabendazole en prophylaxie. Il rapporte une diminution significative de l'incidence de dracunculose dans une région où de nombreuses actions de lutte simultanées avaient été menées pendant les années précédentes. Le thiabendazole, avec d'autres antihelminthiques, associés au parage des plaies et à une éducation pour la santé, aurait contribué à réduire le taux d'infection chez les cyclopidés. L'action prophylactique du thiabendazole n'a pas été démontrée à Lissa. Cependant, la baisse globale de la charge parasitaire observée en 88 tardif correspond à une infection se situant un an auparavant, c'est à dire dans les semaines qui suivirent la prise du thiabendazole par 42% de la population résidente. Ceci est à rapprocher de la remarque de Piéron *et al.* (1983) au sujet d'une altération marquée de la vitalité des embryons émis par les *Dracunculus*

medinensis femelles après traitement par le thiabendazole. Une recherche expérimentale se justifierait pour définir l'action du thiabendazole sur l'embryon (L1) de *D. medinensis*.

8.1.2. MEBENDAZOLE.

107 patients ont été traités avec du mébendazole (40 mg.kg⁻¹, cinq jours par semaine pendant toute la durée de la maladie). Le groupe témoin est constitué par les 613 malades qui n'ont pas reçu d'antihelminthique.

Ni la durée de la maladie, ni celle de l'incapacité ne se sont révélées significativement différentes entre les deux groupes ($p > 0,05$). En revanche, le taux de ver n'émergeant pas a été très élevé dans le groupe traité ($p < 10^{-5}$). De même, la distribution des émergences a été significativement différente entre les deux groupes ($\chi^2 = 24.21$; d.d.l. = 2; $p < 10^{-4}$; tableau 8.2.).

Tableau 8.2: Distribution de localisations des émergences.

	Nombre d'émerg.	Membre inférieur	Membre supérieur	Abdomen et tête
Traité	406	319 (78.5%)	51 (12.6%)	36 (8.9%)
Témoin	1463	1289 (88.1%)	98 (6.7%)	76 (5.2%)

La différence observée entre le taux et la distribution des émergences manquées et/ou aberrantes pourrait être expliquée par un comportement anormal du ver, induit par les doses élevées de mébendazole utilisées dans cette étude. Une telle observation n'avait jamais été décrite avec les posologies habituelles.

Les migrations aberrantes d'une femelle de *Dracunculus* peuvent avoir des conséquences redoutables pour le malade. Le ver, au

cours de sa migration ou lors de l'expulsion des embryons dans une cavité interne, entraîne des réactions inflammatoires qui, selon la localisation, sont susceptibles de se traduire par des accidents graves, voire mortels.

8.1.3. TRAITEMENTS TRADITIONNELS.

La méthode la plus ancienne, et toujours utilisée avec succès, est l'extraction manuelle du ver femelle qui peut être soit enroulé autour d'un bâtonnet, soit autour d'une ficelle. Toutefois, dans le Zou, l'usage de cette pratique est loin d'être généralisée. Beaucoup de malades redoutent la lenteur du traitement (deux semaines environ) et préfèrent d'autres techniques plus expéditives. L'une d'elles consiste à rompre le ver. L'abcès ainsi provoqué sera incisé quelques jours après par le tradipraticien. L'usage de plantes est également fréquent.

Certaines plantes, très communes dans la région, ont la réputation d'être efficaces contre le ver de Guinée. Outre celles qui entrent dans la composition de traitements symptomatiques (antalgique, antiinflammatoire ou antiseptique), les thérapeutes traditionnels utilisent couramment quatre espèces végétales.

Annona senegalensis (pommier cannelle du Sénégal), arbuste de deux mètres, à larges feuilles et fleurs jaunes, est consommé en décoction ou infusion. Toutes les parties de l'arbre sont employées.

Calotropis procera (arbre à soie du Sénégal), est un arbuste pouvant dépasser cinq mètres. Les fruits verts, ovoïdes, caractéristiques, sont connus sous le nom de pommes de Sodome. C'est une plante signalant un sol dégradé ou une anthropisation marquée du milieu. Les feuilles sont utilisées contre le ver de Guinée et, parfois, également l'écorce qui est considérée comme aphrodisiaque. Les racines sont riches en calotropine, glycoside à action digitalique fortement cardiotoxique.

Parkia biglobosa (néré) est un bel arbre de 15 à 20 mètres. Les boules de fleurs rouges de cinq centimètres de diamètres suspendues à un long pédoncule de 30 centimètres permettent de l'identifier facilement. L'écorce est utilisée contre les filaires, et en particulier contre le ver de Guinée.

Stachytarpheta indica, une verbenacée (verveine), est utilisée, comme vermifuge, en cataplasme sur l'ulcère d'émergence.

Des essais thérapeutiques ont été menés à Kpaouignan et Lissa (Sodogandji et Sadeler, travaux non publiés). Des gélules d'extraits de plantes dont la composition n'était pas précisée, ont été administrées *per os* aux volontaires. L'objectif était double: curatif (traitement des émergences en cours d'évolution) et prophylactique (stérilisation des embryons de *D. medinensis* avant leur expulsion). Bien que le protocole ne se prêtât pas à une étude statistique, les résultats m'ont paru décevants.

La destruction du ver adulte constitue un danger important pour l'hôte définitif, en raison de la masse antigénique brutalement libérée en cas de lyse. La drogue idéale serait représentée soit par un larvicide permettant la destruction des larves de troisième stade, soit par un inhibiteur de croissance bloquant leur maturation; l'un et l'autre pourraient être administrés dans les semaines qui suivent la pénétration dans l'hôte définitif. Les propriétés requises pour les molécules distribuées en campagne de masse sont indispensables (absence de toxicité, prise unique, etc..).

8.2. LUTTE ANTIVECTORIELLE.

Les essais ont été réalisés sur des composés appartenant à des classes chimiques différentes, sans tenir compte de leur toxicité pour l'homme, afin de déterminer la sensibilité des cyclopidés.

8.2.1. CHOIX D'UN CYCLOPICIDE.

Les doses létales à 50% (DL₅₀), 90% (DL₉₀) et 99% (DL₉₉), sont données pour chaque produit, dans le tableau 8.3.

Alphacyperméthrine, cyflutrine, deltaméthrine et téméphos ont une toxicité marquée pour les cyclopidés. Les doses létales sont voisines les unes des autres et très proches des résultats obtenus par les autres auteurs (Muller, 1970d; Sastry *et al.*, 1978a; Manonmani *et al.*, 1989). Les doses létales du zirame, sensiblement plus faibles, sont semblables à celles que signalait Grétilat (1965a et 1965b). En revanche, le niclosamide s'est révélé peu toxique pour les cyclopidés et *Bacillus thurengiensis* H14, franchement inefficace.

Tableau 8.3.: Toxicité de 10 insecticides ou antiseptiques pour *Thermocyclops oblongatus* (mg.l⁻¹).

	DL ₅₀	DL ₉₀	DL ₉₉
Contact 1 heure:			
chloramine T	>1000	-	-
chloroxylénol	.19	.42	.81
niclosamide	33.8	290	>1000
permanganate de potassium	2.82	6.04	11.46
Contact 24 heures:			
alphacyperméthrine	.029	.11	.36
<i>Bacillus thurengiensis</i> H14	>1000	-	-
chloroxylénol	.17	.25	.35
cyflutrine	.051	.13	.28
deltaméthrine	.021	.117	.49
niclosamide	1.057	3.29	8.51
téméphos	.073	.189	.419
zirame	.02	.04	.075

Dans le groupe des antiseptiques utilisables en traitement ménager des réserves d'eau, seul le chloroxylénol peut présenter un relatif intérêt. Les autres produits expérimentés sont soit dépourvus de toxicité, soit efficaces à des doses entraînant une modification inacceptable du goût ou de la coloration de l'eau. Mehta *et al.* (1982a) et Mehta et Srivastava (1984) avaient montré l'efficacité du chlore et du permanganate de potassium. En revanche, Prahan (1930) avait abouti à des résultats identiques aux nôtres. L'efficacité de la chaux est très controversée. Prahan (1930) et Davis (1931) recommandent son utilisation systématique. Mehta *et al.* (1982a), n'observant qu'une faible toxicité pour les cyclopidés, rejettent cette méthode: l'utilisation de la chaux est délicate: elle nécessite d'attendre deux jours après le traitement pour pouvoir utiliser la mare.

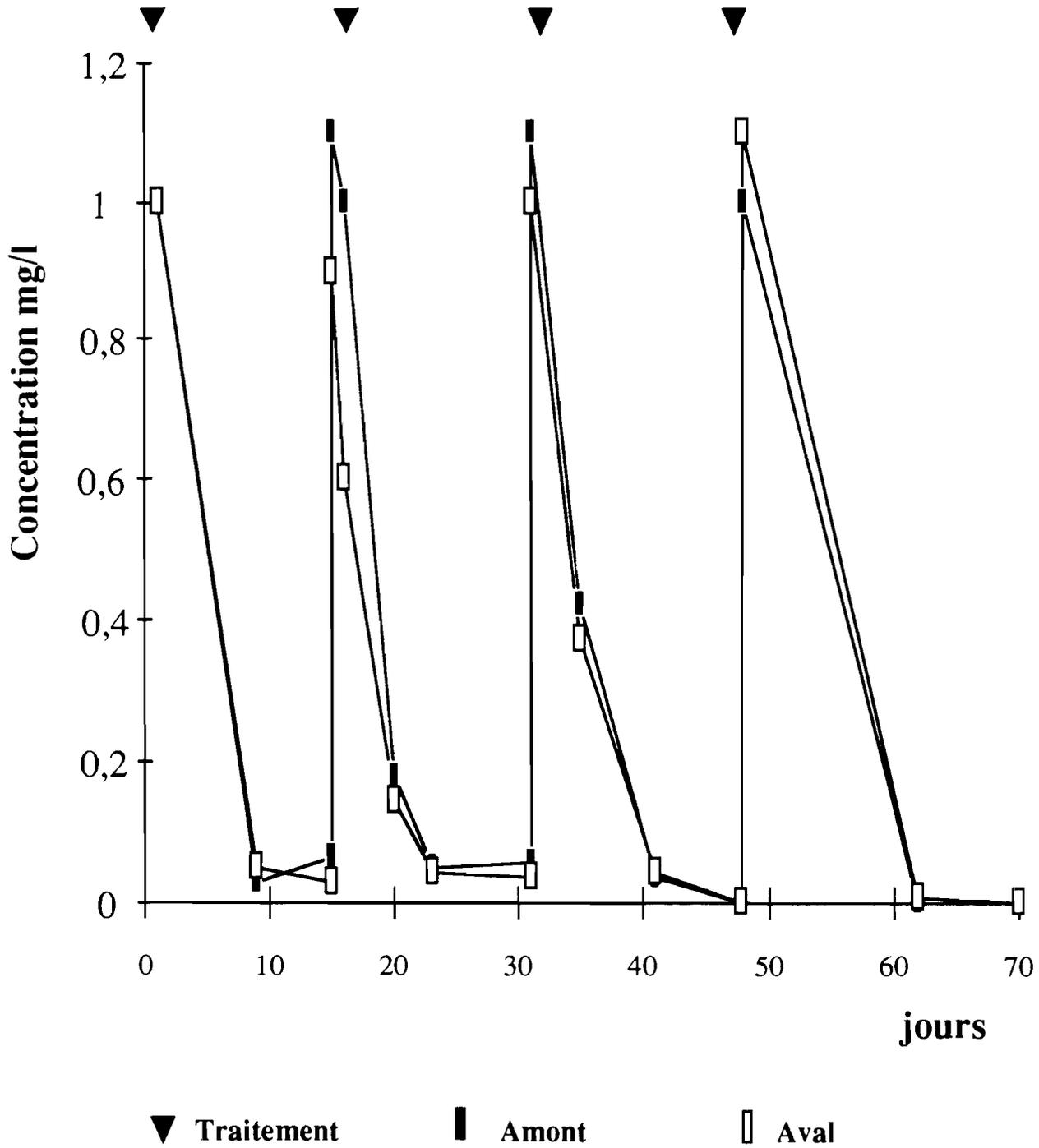
Dans l'ensemble, les antiseptiques n'offrent pas d'intérêt pratique en raison d'une absence de sûreté d'utilisation aux doses où ils sont actifs (chloroxylénol), ou parce que d'une efficacité insuffisante. De plus, l'odeur et le goût de l'eau traitée sont souvent mal acceptés.

Les cyclopidés se révèlent être nettement plus résistants aux insecticides et aux antiseptiques que les larves d'arthropodes habituellement visées par les campagnes de lutte antivectorielle.

De tous les produits, seul le téméphos s'est révélé utilisable pour traiter les gîtes de transmission de la dracunculose. Les autres insecticides présentent une toxicité pour l'homme incompatible avec le traitement de l'eau de boisson. Toutefois, la remarquable efficacité des pyréthrinofides permettrait d'envisager l'utilisation d'un insecticide de ce groupe, sous réserve qu'il soit dépourvu de toxicité pour les mammifères. Un tel composé est actuellement à l'étude.

Figure 8.3.

Dosage biologique du téméphos résiduel après quatre traitements consécutifs



L'utilisation des inhibiteurs de croissance, récemment proposés (Mukherjee *et al.*, 1990; Sharma *et al.*, 1989a), soulève le problème, encore mal connu, de leurs effets à long terme sur les mammifères.

8.2.2. ESSAI DU TEMEPHOS SUR LE TERRAIN.

8.2.2.1. Dosage du téméphos résiduel.

La toxicité du téméphos (Abate^r) pour la souche d'*A. aegypti* utilisée est remarquablement stable depuis son entrée au laboratoire. La DL₅₀ moyenne est de 0,00234 mg.l⁻¹, qui a été considérée comme la valeur de référence au cours des dosages biologiques.

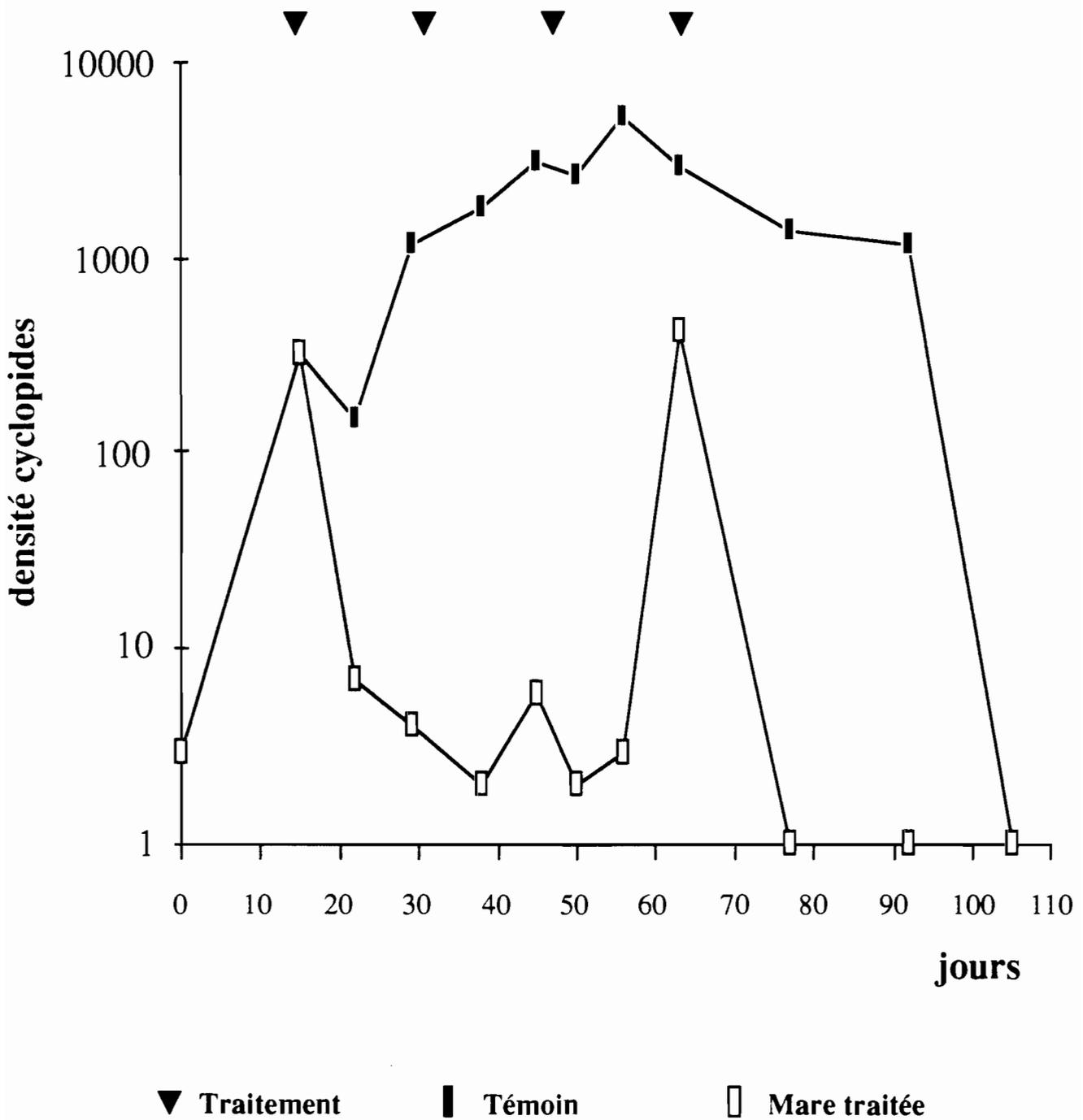
La disparition du téméphos dans la mare traitée est rapide (figure 8.3.). La demi-vie du téméphos est inférieure à 3 jours et la concentration correspondant à une DL₅₀ pour les cyclopidés (0,07 mg.l⁻¹) est atteinte en une semaine environ. La répétition des traitements ne semble pas produire d'effets d'accumulation; la disparition du téméphos est aussi rapide après le quatrième traitement qu'à la suite du premier. La dispersion du produit apparaît très satisfaisante si l'on compare les concentrations obtenues aux deux extrémités de la mare distantes de trente mètres.

8.2.2.2. Mortalité chez les cyclopidés.

Après le traitement, la population des cyclopidés disparaît tandis que, dans la mare témoin, la croissance se poursuit (figure 8.4.). Vingt jours après le traitement, la proportion d'adultes (essentiellement responsables de la transmission) est inférieure à 1%. Toutefois, la population de cyclopidés semble pouvoir se reconstituer assez rapidement après chaque traitement (figure 8.4.).

Figure 8.4.

Comparaison des densités de cycloptides dans une mare traitée par le téméphos et dans une mare témoin



La méthode de dosage biologique s'est montrée sensible et reproductible. Elle permet de doser jusqu'au 1/1000^e de mg.l⁻¹ de téméphos. Le dosage biologique du téméphos résiduel, combiné à la mesure de la mortalité au sein de la population cible, permettent d'évaluer l'efficacité d'une lutte antivectorielle. La rémanence médiocre du téméphos CE-200 constatée sur les cyclopidés, laisse prévoir que cette formulation devra être appliquée tous les mois. Nos résultats sont conformes à ceux de Kaul *et al.* (1987). Toutefois, ces auteurs signalent une efficacité nettement plus élevée de la formulation CE-500, granulés à libération lente, qui semble pouvoir contrôler le développement des cyclopidés pendant 12 semaines.

Le problème essentiel de la lutte antivectorielle dans le cadre de la dracunculose est d'identifier correctement toutes les sources d'eau de boisson utilisées par les villageois. A Sozoumé, malgré un traitement bien conduit, l'incidence est restée élevée. Ce résultat peut avoir deux causes:

- les habitants de Sozoumé se déplacent fréquemment dans d'autres localités où ils se contaminent.
- l'éloignement des champs, parfois distants de 8 à 10 kilomètres, contraint les cultivateurs à s'approvisionner sur place, dans des points d'eau non recensés échappant au traitement chimique. Le transport de l'eau n'est pas toujours possible, surtout lorsque les paysans restent plusieurs jours dans leurs champs sans retourner au village.

8.3. APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE.

8.3.1. APPROVISIONNEMENT AUX POINTS D'EAU TRADITIONNELS.

8.3.1.1. L'identification des porteurs d'eau a montré dans les deux localités que ce sont les femmes qui assument en majeure partie le transport de l'eau. 82% des porteurs d'eau à Lissa sont des femmes (âge moyen 18,7 ans; extrêmes = 8-45 ans) et 86% à Sozoumé (âge moyen 24,8 ans; extrêmes = 7-50 ans). Les hommes

représentent une minorité, d'un âge moyen sensiblement plus jeune, aussi bien à Lissa (10,5 ans) qu'à Sozoumè (13,3 ans). Les porteurs d'eau se recrutent tous dans un échantillon constant et stable de la population qui représente 30% des résidents du village tant à Lissa qu'à Sozoumè.

8.3.1.2. Les heures d'approvisionnement se situent aux deux extrémités de la journée, le matin entre 6^h 30 et 11^h 30, et le soir entre 17^h et 19^h. Dans les deux villages, nous avons observé une fréquence horaire similaire (figure 8.5.).

8.3.1.3. Le volume d'eau recueilli à chaque opération est le même dans les deux villages: l'unité est généralement la bassine de 20 litres. Le volume d'eau puisé quotidiennement est similaire: 530 litres à Lissa et 480 litres à Sozoumè, ce qui correspond à 3 litres d'eau ménagère en moyenne par personne. Toutefois, il y a d'importantes différences entre les familles (tableau 8.4.). La consommation individuelle d'eau provenant d'une même source peut atteindre 16 litres par jour. Au contraire, certaines familles s'approvisionnent à des points d'eau non surveillés.

8.3.1.4. 98% des utilisateurs de mare ou de marigot pénètrent jusqu'aux genoux dans l'eau pour remplir leur bassine. La durée du contact est inférieure à quatre minutes, ce qui est tout de même largement suffisant pour permettre la contamination de l'eau par le ver de Guinée.

8.3.1.5. Il n'existe pas de corrélation significative ($r = 0,001$; d.d.l. = 33; $p > 0,9$) entre l'incidence moyenne de dracunculose dans la famille et la consommation individuelle d'eau provenant de la mare surveillée dans la famille correspondante (tableau 8.4.). La corrélation entre la charge parasitaire moyenne des sujets infectés et la consommation individuelle d'eau n'est pas significative non plus ($r = 0,13$; d.d.l. = 33; $p > 0,3$).

Figure 8.5.

Horaires de fréquentation des sources et volumes d'eau puisés à Lissa et Sozoumé

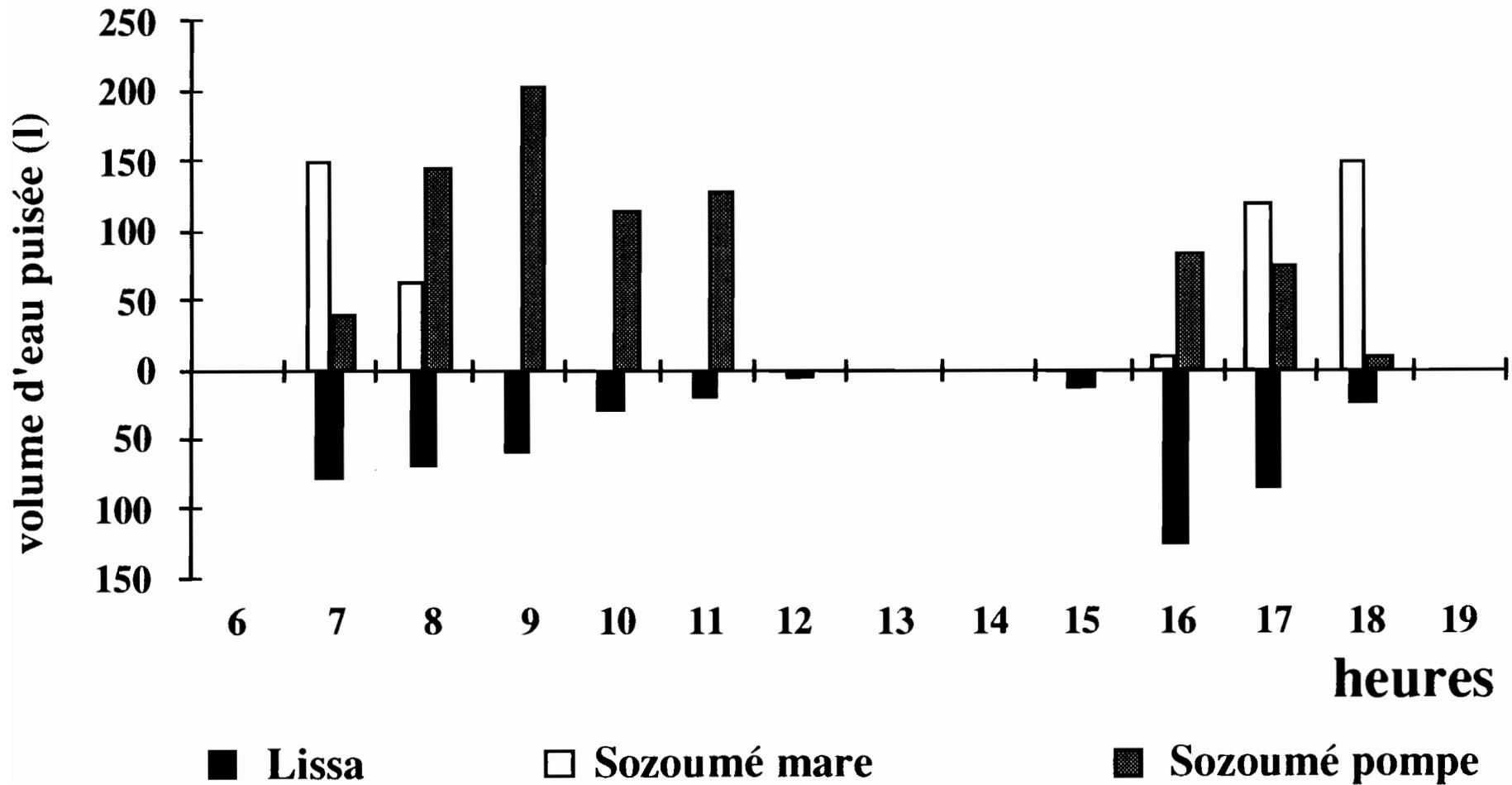


Tableau 8.4: Incidence familiale de la dracunculose, charge parasitaire moyenne chez les sujets infectés et consommation individuelle d'eau de mare à Lissa (L.) et Sozoumé (S.).

Famille	Nombre	Incid. moyen.	Charge moyenne	Consomm. individ. (litres)
L.01	12	36%	2,2	6
L.02	9	30%	1,9	5
L.03	6	79%	3,1	2
L.04	17	49%	3,2	5
L.05	11	52%	2,3	5
L.06	10	53%	2,5	4
L.09	16	69%	2,3	16
L.10	12	61%	2,8	15
L.11	22	30%	2,0	4
L.12	15	24%	3,4	1
L.13	14	60%	3,4	2
L.20	1	100%	4,3	4
L.07	1	67%	2,0	0
L.08	1	33%	1,0	0
L.14	3	67%	2,8	0
L.16	1	67%	2,0	0
L.17	1	67%	3,5	0
L.22	2	67%	1,5	0
L.23	9	30%	3,3	0
S.01	12	36%	2,1	7
S.02	16	40%	3,1	2
S.03	14	14%	4,7	3
S.04	14	38%	2,3	3
S.05	8	54%	4,3	5
S.06	3	56%	5,0	0
S.07	20	42%	4,2	5
S.08	6	39%	2,0	4
S.09	5	40%	2,5	5
S.10	12	22%	2,4	3
S.11	21	21%	3,5	3
S.12	3	56%	2,2	5
S.13	3	33%	8,3	0
S.14	4	42%	1,6	3
S.15	1	67%	2,5	0
S.22	30	17%	2,6	8

8.3.2. APPROVISIONNEMENT A LA POMPE.

8.3.2.1. 82% des utilisateurs de la pompe sont des femmes (âge moyen = 23 ans). Leur identification confirme qu'il s'agit des mêmes personnes que celles qui se rendaient à la rivière.

Tableau 8.5. Incidence familiale de la dracunculose, charge parasitaire moyenne chez les sujets infectés et consommation individuelle d'eau de pompe à Sozoumé (S.).

Famille	Nombre	Incid. moyen.	Charge moyenne	Consomm. individ. (litre)
S.01	12	36%	2,1	14
S.02	16	40%	3,1	6
S.03	14	14%	4,7	0
S.04	14	38%	2,3	19
S.05	8	54%	4,3	12
S.06	3	56%	5,0	0
S.07	20	42%	4,2	4
S.08	6	39%	2,0	3
S.09	5	40%	2,5	11
S.10	12	22%	2,4	5
S.11	21	21%	3,5	7
S.12	3	56%	2,2	3
S.13	3	33%	8,3	5
S.14	4	42%	1,6	0
S.15	1	67%	2,5	0
S.22	30	17%	2,6	0

8.3.2.2. Les heures de fréquentation de la pompe sont différentes. La pompe est utilisée sur une plus longue période, plus tard dans la matinée et plus tôt dans l'après-midi (figure 8.5.).

8.3.2.3. Le volume d'eau consommé est plus important que celui qui provient du marigot. En moyenne, 805 litres sont pompés

quotidiennement, soit environ 5 litres d'eau par jour et par habitant (tableau 8.5.).

Cette étude confirme que l'approvisionnement en eau est une tâche essentiellement féminine qui occupe une grande partie du temps d'activité quotidienne (Watts, 1986b), surtout lorsque le point d'eau est éloigné. Cette occupation représente un acte social important et les répercussions que l'on peut attendre d'un changement de source d'approvisionnement sont imprévisibles.

Nous avons constaté que le changement de source d'approvisionnement ne modifiait pas l'identité du groupe social responsable de la corvée d'eau, ni les individus qui en sont chargés.

La quantité d'eau prélevée chaque jour par habitant au point d'eau traditionnel (3 litres) est identique à ce qu'avaient observé Ilegbodun et al. (1987b) dans une localité d'une province nigériane limitrophe du Zou. Cette quantité, nettement inférieure aux 25 litres par jour et par personne recommandés par l'OMS pour un usage domestique, s'avère insuffisante, même pour compenser les pertes hydriques liées à un travail de force sous un climat sec. L'hypothèse la plus vraisemblable est que d'autres sources sont utilisées régulièrement, même si elles ne sont pas signalées lors des enquêtes d'environnement qui précèdent et orientent les interventions de lutte. L'eau supplémentaire est probablement recueillie dans les champs, loin du village, et pourrait correspondre à l'essentiel de la ration hydrique des adultes; ils se contamineraient en dehors du village, loin des sources protégées ou traitées et des forages. Cette hypothèse expliquerait que les sujets actifs soient plus fréquemment atteints de dracunculose que les jeunes enfants et les sujets âgés (Watts, 1986a). Ainsi peut-on comprendre le maintien d'une forte incidence, malgré une lutte antivectorielle menée dans les mares villageoises, efficace au plan limnologique (Chippaux et al., soumis pour publication).

On pourrait penser que l'installation d'un forage serait capable de bouleverser le paysage social du village. Il est vrai que notre étude se situe sur une courte période, par ailleurs trop proche de la mise en service de la pompe, pour pouvoir prétendre observer des transformations profondes du comportement, ou des résultats épidémiologiques spectaculaires. Malgré une sensibilisation active, nous n'avons pas remarqué de grands changements dans les habitudes et les pratiques d'approvisionnement. Les utilisateurs de la pompe sont les mêmes que ceux qui allaient à la rivière. La quantité d'eau prélevée a certes augmentée (+35%), mais sans pour autant que la différence soit significative ($t = 1,35$; $p > 0,18$). Cette différence peut, d'ailleurs, s'expliquer par la plus grande proximité de la pompe par rapport au point d'eau traditionnel. Blum *et al* (1987) ont montré l'influence de la distance sur la fréquence d'utilisation des forages. L'étalement de la période d'utilisation de la pompe dans la journée pourrait être interprétée comme une bonne intégration de celle-ci dans le paysage social. Mais cela pourrait aussi être lié à la lenteur du débit de la pompe qui ralentit le service.

Nous n'avons pas remarqué de motivation incitant préférentiellement l'utilisation de la pompe, au cours des premiers mois suivant son installation. Il n'existe, chez les utilisateurs de la pompe, aucune liaison avec l'incidence de la dracunculose au sein de la famille ($r = 0,006$; d.d.l. = 14; $p > 0,9$), ni avec la gravité de la dracunculose, appréciée par la charge parasitaire moyenne des sujets infectés ($r = 0,13$; d.d.l. = 14; $p > 0,5$). Ceci semble indiquer que l'utilisation des autres sources d'approvisionnement se poursuit, après l'installation du forage, même s'il paraît correctement exploité. Cela peut signifier, aussi, que le message éducatif établissant la relation entre l'eau de boisson et certaines maladies (en particulier la dracunculose) est mal perçu par le groupe social chargé de l'approvisionnement en eau.

8.4. EDUCATION POUR LA SANTE.

Notre programme ne comprenait pas d'activité concernant directement l'éducation pour la santé. Toutefois, la présence d'une équipe sur le terrain, avec une visite hebdomadaire pendant quatre ans, doit avoir une influence sur le comportement des populations. Cet intérêt, manifesté par des étrangers, pour un mal qui fait partie de leur quotidien depuis la nuit des temps, devait se traduire par des aménagements nouveaux (forage, centre de soins), voire des prestations nouvelles (passage régulier d'un agent de santé, fourniture de médicaments, etc..). Nos principaux interlocuteurs ont été les notables du village, des hommes âgés pour la plupart, dont les rapports avec l'eau de boisson sont empreints de symbolisme. La pompe, avant le forage, leur apparaît comme la marque de leur influence, puis, après son installation, comme l'instrument de leur autorité. J'ai ainsi suivi, comme simple observateur même si les villageois étaient persuadés d'une intervention plus importante de ma part, les négociations menées pour la mise en place d'une pompe à Lissa et à Sozoumè. A Lissa (185 habitants), les négociations échouèrent en raison, selon les autorités traditionnelles, du coût trop élevé de la participation demandée (environ 1% du revenu annuel du village). A Sozoumè, les 170 habitants dont le revenu est inférieur de 25%, ont immédiatement cotisé. A ce niveau, la persuasion des notables a dû être déterminante.

L'utilisation de la pompe a été étudiée à Sozoumè dans les premiers mois suivant son installation (voir paragraphe 8.3.2). Nous avons vu que la consommation d'eau a augmenté, sans, toutefois, que l'abandon du point traditionnel soit total. La sensibilisation de la communauté à l'utilisation correcte de la pompe s'avère indispensable.

Les stratégies individuelles, comme l'emploi de tamis-filtre, ne semblent pas plus faciles, malgré des expériences encourageantes (Brieger *et al.*, 1990b; Gbary *et al.*, 1987; Kaul *et al.*, 1984; Sridhar *et al.*, 1985; Sullivan et Long, 1988).

A la demande du Projet UNICEF/USAID d'approvisionnement en eau et d'assainissement dans la province du Zou, nous avons évalué l'utilisation des tamis filtres mis à la disposition des ménagères. Nous avons d'abord mesuré expérimentalement la variation du temps de filtration, en fonction du colmatage des mailles du tissu par les impuretés présentes dans l'eau des mares. A l'aide d'un abaque, en tenant compte de l'usure et de la propreté du tissu, nous avons pu déterminer le volume d'eau ayant traversé le filtre. Malgré une sensibilisation importante par passages répétés d'une équipe de volontaires, nous avons montré qu'un tiers des tamis n'étaient pas employés (il subsistait des traces d'empesage sur le tissu) et qu'un quart seulement pouvaient être considérés comme régulièrement utilisés (Chippaux, 1989, rapport O.C.C.G.E., Cotonou). Sans doute, le temps de la filtration est-il perçu par les femmes comme un surcroît de travail, voire comme une perte de temps, dont le bénéfice est de toute façon mineur. Le message éducatif, a-t-il manqué sa cible, ou a-t-il manqué de pertinence ?

L'approvisionnement en eau est davantage qu'une simple habitude. La plupart des auteurs rappellent que cela participe du plus profond de l'inconscient culturel. On sait, par ailleurs, que la dracunculose est une maladie qui n'est pas, *a priori*, associée à l'eau de boisson. Le message éducatif s'apparente donc le plus souvent à un démenti qui va à l'encontre de l'éducation traditionnelle. Selon Kapferer (1989), il s'agit là d'un art périlleux qui risque d'être ignoré, sinon rejeté. En outre, l'image construite par des techniciens formés selon une culture différente, risque d'être mal interprétée. Peut-être le retour à des pédagogies plus traditionnelles s'avérera-t-il rentable: la démonstration et l'exemple. La visualisation sur le terrain, à l'aide d'un matériel optique simple, des embryons de *D. medinensis* recueillis chez un villageois atteint de dracunculose et des cyclopidés provenant de la mare du village, ne manquent jamais de provoquer des commentaires animés. D'autre part, l'efficacité d'une lutte bien conduite dans un groupe de

villages constituera, à terme, un exemple plus convaincant qu'une suite de messages délivrés par des étrangers.

8.5. SURVEILLANCE EPIDEMIOLOGIQUE.

L'un des problèmes majeurs dans la lutte contre toute endémie est l'évaluation de l'incidence; elle est indispensable pour apprécier l'efficacité des moyens de lutte (Richards et Hopkins, 1989).

8.5.1. MODALITES D'ENQUETES.

8.5.1.1. Recueil des données officielles.

La collecte des données au niveau des structures sanitaires est illusoire: moins de 1% des malades atteints de dracunculose consultent effectivement dans un centre de santé (Belcher et al., 1975a).

8.5.1.2. Enquêtes transversales.

Les enquêtes rétrospectives, simples à mettre en oeuvre, sont souvent utilisées. Elles ont leurs limites. La banalisation d'événements fréquents conduit à une sous-estimation du nombre de cas. A l'opposé, la périodicité d'un phénomène entraîne souvent une confusion des époques, donc une surestimation de l'incidence. De plus, l'intérêt suscité par les enquêteurs amène des exagérations. Enfin, les enquêtes par questionnaire sont de spécificité réduite. Elles perdent donc de la sensibilité lorsque les mesures de lutte s'intensifient.

En début de campagne de lutte, alors que l'incidence est encore élevée, son évaluation est difficile; elle dépend de la structure politique de la zone endémique. Nous avons montré, au Bénin, l'intérêt des enquêtes en milieu scolaire (Chippaux et Larsson, 1990, sous presse), bien que la dracunculose soit une affection de communautés enclavées et, par conséquent, peu

scolarisées. Il est vrai que, dans le Zou, la saison de transmission se situe en période scolaire, ce qui n'est pas le cas plus au nord.

8.5.1.3. Enquêtes longitudinales.

Les enquêtes longitudinales sont onéreuses, mais elles sont sensibles et reproductibles. Lorsque la lutte marque des progrès, la surveillance devra s'exercer au niveau des communautés endémiques, en s'appuyant sur des agents villageois spécialisés.

8.5.2. INDICATEURS.

8.5.2.1. Enquêtes transversales.

Au cours des enquêtes transversales, outre le choix de l'indicateur, se pose celui de la date et de l'heure de passage. L'enquête doit être conduite dans des limites de temps restreintes pour éviter les erreurs dues aux variations saisonnières. Il faut également tenir compte de l'évolution de la prévalence au cours de la saison. Trop tôt, ou trop tard dans la saison de transmission, la prévalence n'aura qu'une faible corrélation avec l'incidence. L'enquête doit être menée à l'apogée des émergences qui est parfois variable dans le temps et difficile à préciser; dans certains foyers, la courbe de transmission est même bimodale. Enfin, dans la journée, de nombreux malades sont absents.

Le recensement des invalides, par définition présents dans le village à toutes heures et pendant toute la durée de leur incapacité, apporte une solution à ces problèmes. La fréquence des sujets porteurs de complications incapacitantes dans une communauté est de l'ordre de 50%. Elle varie, selon les études, entre 43% (Kale, 1977), chiffre voisin du nôtre, et 63% (Ofoezie et Adeniyi, 1990). Edungbola (1983 et 1984), selon les

Figure 8.6.

Fréquence et durée des incapacités liées à la dracunculose

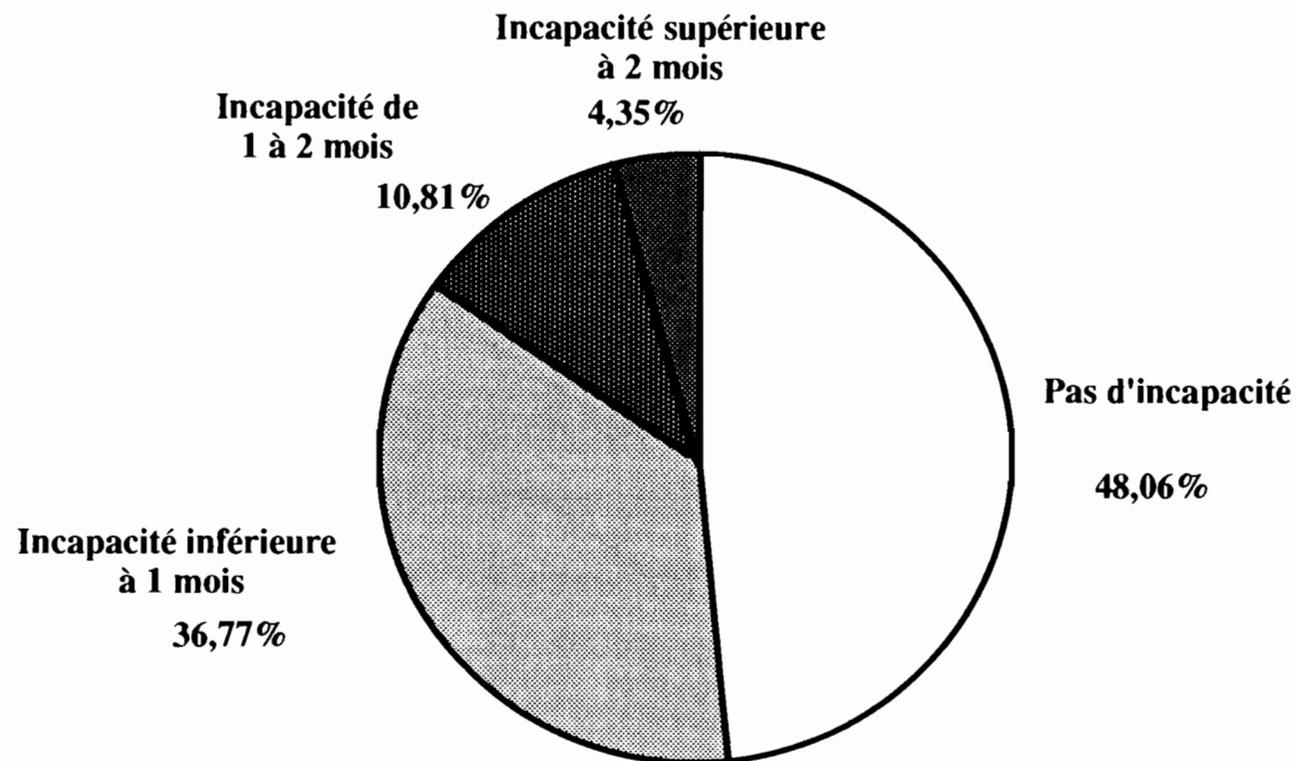
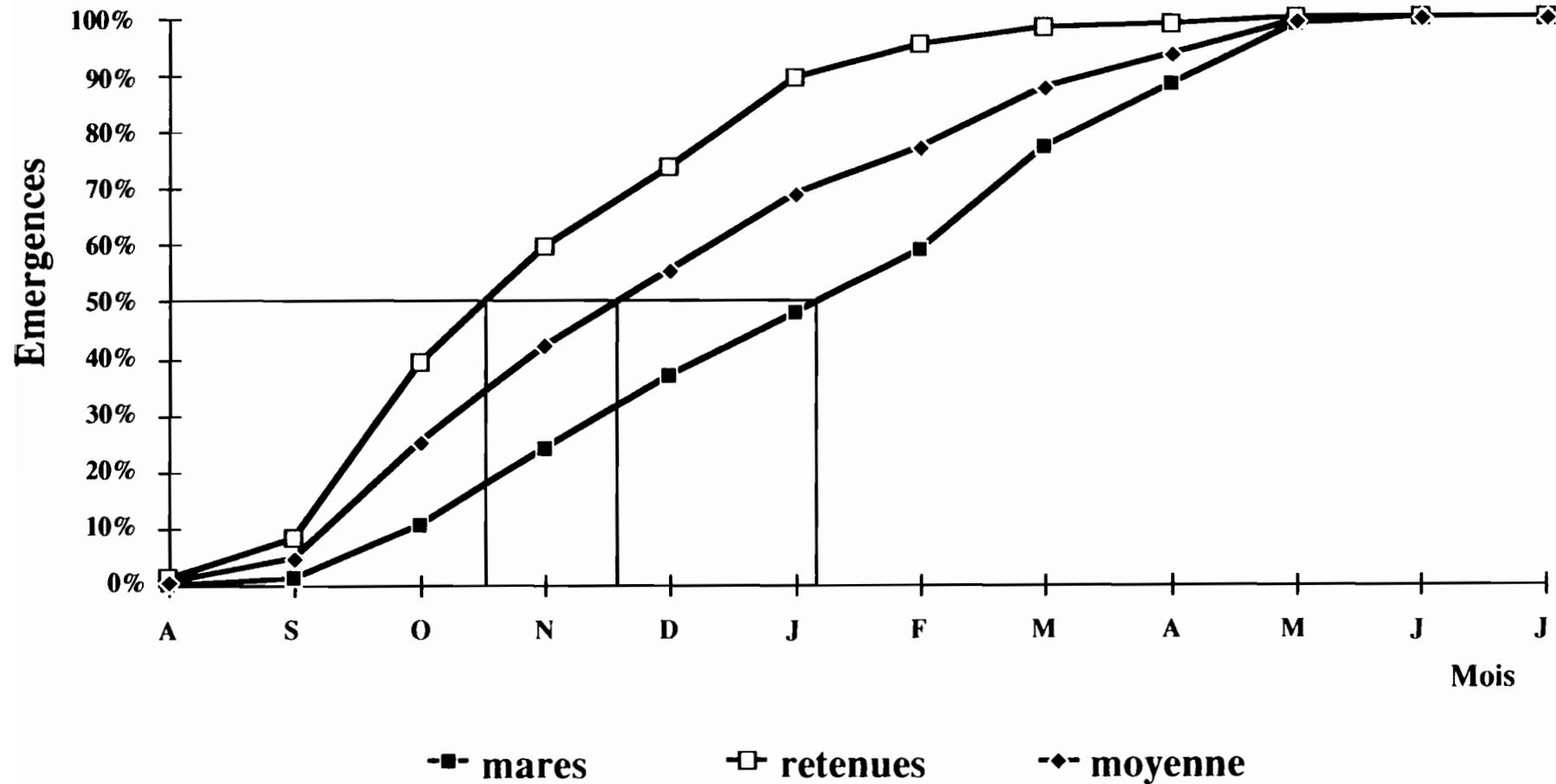


Figure 8.7.

Fréquence cumulée des émergences en fonction du type de source d'eau de boisson utilisée



localités, observe entre 49% et 56% d'invalides. Ces différences sont en partie dues aux modalités et à la période d'enquête, mais les évaluations restent du même ordre de grandeur. Les invalides recensés correspondent à des émergences d'ancienneté variable: 4% durent plus de deux mois, 11% entre un et deux mois, et 37% moins d'un mois (figure 8.6.).

La meilleure période de passage se situe au cours du troisième mois de la saison de transmission. Compte tenu de la durée des incapacités, le nombre d'invalides enregistrés représente alors 45% des cas de dracunculose observés. Dans le Zou, cette période se situe approximativement en décembre (figure 8.7.). Un passage fin novembre ou début décembre permet de recenser un nombre d'invalides équivalent à 20 ou 25% du nombre annuel de cas de dracunculose.

8.5.2.2. Enquêtes longitudinales.

Compter les malades à date fixe (une fois par mois par exemple) expose à compter plusieurs fois les porteurs de complications de longue durée. L'enregistrement des malades, qui permet d'éviter cet inconvénient, est insuffisant dans le Zou, car il ne prend en compte qu'une seule fois les sujets infectés à chacune des deux saisons de transmission successives.

Un bon indicateur, lors d'une surveillance longitudinale, est l'émergence du ver. Près de 95% des sujets atteints ont une sortie vermineuse avec ou sans complication. L'émergence est très simple à identifier, surtout pour quelqu'un qui connaît personnellement la dracunculose. Un tel travail peut donc être confié à un agent villageois de santé qui sera également chargé des mesures d'isolement (voir paragraphe 8.5.3.). L'agent villageois totalise les émergences au fur et à mesure de leur apparition. Il est nécessaire de leur affecter un coefficient réducteur pour connaître l'incidence. Ce coefficient est empirique. Il est de 1,5 dans les communautés où il n'y a qu'une saison de transmission. Il est de 2,5 dans les régions où deux saisons de transmission se succèdent chaque année. Un autre

avantage de cet indicateur réside dans l'évaluation de l'intensité de la transmission. Il semble que la charge parasitaire des sujets infectés dépende de l'intensité de la transmission (voir chapitre 6.2.3.).

8.5.3. MESURES D'ISOLEMENT.

L'objectif de l'isolement est d'interrompre la transmission (Kappus *et al.*, 1991). Chaque cas identifié devra immédiatement faire l'objet d'une série de mesures :

- interrogatoire du sujet, pour localiser les points d'eau infectieux et ceux ayant pu être contaminés par le malade;
- notification à l'échelon supérieur;
- mobilisation de la communauté, pour prendre les mesures prophylactiques (traitement des points d'eau en particulier);
- soins médicaux, notamment pansements occlusifs, pour éviter le risque de contamination.

8.6. CONCLUSIONS.

L'utilisation d'antihelminthique dans le traitement de la dracunculose se révèle discutable. Les thérapeutiques traditionnelles ne proposent pas de traitement spécifique en dehors de l'extraction manuelle du ver. La plupart des molécules mises sur le marché sont inefficaces. Quant aux drogues actives, on peut s'inquiéter des effets secondaires susceptibles d'apparaître, soit lors d'une modification du comportement du ver conduisant à des migrations aberrantes ou manquées, soit lors de la lyse de ce parasite tissulaire géant.

L'efficacité du téméphos conduit à envisager la lutte antivectorielle comme l'une des stratégies essentielles en vue de l'élimination de la dracunculose. Cela suppose, toutefois, une préparation rigoureuse et une surveillance constante des

traitements afin d'éviter les échecs ou l'apparition de résistance. Il est bon de rappeler que nous ne disposons pas de cyclopicide de remplacement. Le traitement des mares avec diverses formulations de téméphos a été entrepris dans plusieurs pays (Lyons, 1973; Ripert *et al.*, 1987). Les premiers succès ne doivent pas masquer les deux problèmes essentiels à court terme d'une lutte antivectorielle: l'identification de la totalité des gîtes et l'apparition d'une résistance. Il n'est pas impossible que ces deux écueils réduisent fortement l'efficacité d'une telle stratégie.

L'éducation pour la santé, où beaucoup reste à faire, demeure une stratégie indispensable pour mener à bien la lutte contre le ver de Guinée. Deux axes doivent être explorés:

- le contenu du message, qui trop souvent s'oppose à la tradition, doit être positif et concret;
- le groupe cible auquel il est destiné, essentiellement les femmes et les enfants.

CHAPITRE 9.

CONCLUSIONS.



Photographie Daniel Heuclin

Entre juin 1985 et juillet 1989, j'ai effectué une surveillance épidémiologique et limnologique longitudinale dans quatre villages représentatifs d'un foyer de dracunculose qui occupe le centre-sud du Bénin, et situés dans de la province du Zou: Agaga, Kakatéou, Lissa et Sozoumè.

Cette région, limitée par les isohyètes 1.000 et 1.200 mm, est caractérisée par une savane arbustive soudano-guinéenne. C'est une zone de transition entre la savane sèche soudanienne au nord, où une courte saison des pluies alterne avec une longue saison sèche, et la savane humide guinéenne au sud, avec deux saisons des pluies annuelles entrecoupées de deux saisons sèches. La région étudiée peut être considérée comme un modèle caractéristique du foyer de dracunculose qui s'étend du Ghana au Nigéria. La transmission est stable et solidement implantée. Au nord, en zone soudano-sahélienne, l'endémie est moins stable, ce qui devrait faciliter son éradication. Au sud, en forêt, la dracunculose disparaît, faute de conditions écologiques favorables.

Parmi les parasitoses humaines à cycle dihéteroxyzénique, la dracunculose est la plus anciennement connue. Toutefois, les cyclopidés, hôtes intermédiaires de *Dracunculus medinensis*, ont été peu étudiés; constituant important du zooplancton des eaux continentales, leur systématique et leur écologie ont fait l'objet d'un nombre limité de travaux, surtout dans les régions où la dracunculose est endémique.

A partir d'études plus anciennes, conduites par Lindberg, Kiefer, Onabamiro, Dussard et Steib, j'ai entrepris l'identification des hôtes intermédiaires de *D. medinensis*, me limitant à la détermination des femelles en raison de la complexité taxonomique de ce groupe. L'étude écologique des cyclopidés dans les points d'eau utilisés par les villageois comme source d'eau de boisson a permis de dresser un bilan de l'efficacité des stratégies de lutte.

Quinze espèces de cyclopidés, dont la description est détaillée, ont été récoltées dans les villages d'étude. Quatre d'entre elles peuvent être considérées comme de bons hôtes intermédiaires. *Thermocyclops oblongatus* est un vecteur ubiquiste, abondant dans les petites mares villageoises. *T. prolatus*, vecteur fréquent, appartient à une niche écologique comparable à celle de *T. oblongatus* avec qui il entre parfois en compétition. *T. consimilis*, rencontré dans les mêmes points d'eau, pourrait être qualifié d'opportuniste. *T. emini* est plus sélectif: il se rencontre dans les rivières fraîches, après l'arrêt du courant. Les autres espèces jouent, dans le Zou, un rôle négligeable.

Les cyclopidés hôtes intermédiaires vivent de préférence dans les eaux confinées, riches en matières organiques. La température de l'eau est le seul facteur physico-chimique qui influence leur développement. La plupart des espèces ont des préférences marquées pour des températures comprises entre 26° et 30° C. Les brusques changements de température et les écarts importants sont défavorables à la reproduction. L'harmattan, qui souffle en milieu de saison sèche, refroidit l'eau des mares et provoque une interruption de transmission. Ce travail montre que, dans le Zou, les mares villageoises assurent une transmission prolongée avec deux pics situés respectivement en début et en fin de saison sèche. Dans les rivières, la transmission est plus précoce et plus courte; elle s'observe en fin de saison des pluies.

La remise en eau des mares temporaires, au début de la saison des pluies, est associée à un repeuplement rapide par les cyclopidés. Contrairement à une opinion répandue, je n'ai pas observé que la reviviscence des cyclopidés, après leur quiescence dans le lit asséché des mares, permette la transmission de la dracunculose.

Plusieurs arguments épidémiologiques, au premier rang desquels la plus forte incidence de la dracunculose chez les actifs masculins, indiquent que la contamination s'effectue à partir de foyers distincts. Les mares villageoises sont, en général, bien connues.

Plusieurs arguments épidémiologiques, au premier rang desquels la plus forte incidence de la dracunculose chez les actifs masculins, indiquent que la contamination s'effectue à partir de foyers distincts. Les mares villageoises sont, en général, bien connues. En revanche, les points d'eau dispersés dans les champs constituent des sources de contamination difficiles à contrôler. L'incidence moyenne dans les communautés endémiques est le plus souvent élevée, atteignant 30 à 50 % des habitants chaque année. J'ai observé que, malgré un taux d'invalidité important, grâce aux systèmes traditionnels de suppléance, la baisse des revenus est partiellement compensée. Elle dépasse toutefois 10 % de pertes annuelles et s'ajoute aux autres facteurs de sous-développement pour aggraver l'état de pauvreté de ces petites communautés enclavées. L'absentéisme scolaire, lié autant à la maladie des enfants qu'au remplacement des adultes invalides pour les travaux agricoles, conduit à l'échec scolaire avec pour conséquence l'abandon de l'école.

La lutte contre le ver de Guinée est loin d'être aussi simple qu'il y paraît.

Les traitements antihelminthiques se sont révélés inefficaces et, le plus souvent, peu adaptés aux contraintes d'un traitement de masse. Ils peuvent même être dangereux: j'ai remarqué une fréquence significativement plus élevée de migrations aberrantes chez les sujets traités par le mébendazole. Même l'extraction manuelle, efficace et sans danger, est loin d'être généralisée.

L'approvisionnement en eau potable est la stratégie la plus conforme au concept de développement social et économique. Elle est coûteuse et parfois difficile à réaliser à court terme. Il existe souvent des règles d'implantation peu conformes aux besoins et aux désirs des populations, ce qui risque de disqualifier ces ouvrages. Leur entretien durable est une condition indispensable. Une solution alternative pourrait être l'aménagement des points d'eau traditionnels, pour empêcher la transmission du parasite.

L'éducation pour la santé et la participation communautaire constituent les supports indispensables à toute stratégie d'éradication de la dracunculose. Les groupes cibles seront définis avec précision: ce sont les utilisateurs du point d'eau, essentiellement les femmes, qui auront à être informés en priorité.

Un message positif tiendra compte de la tradition et des habitudes. Il s'appuiera sur des techniques réalisables et des solutions fonctionnelles adaptées aux contraintes socio-économiques.

La diffusion du message dans la communauté utilisera des relais crédibles et sera soutenue par des personnes dont l'autorité n'est pas contestée. La hiérarchie traditionnelle doit être mise à contribution en identifiant correctement le charisme et la volonté de participation de chacun: chef coutumier, chef religieux ou thérapeute traditionnel.

De toutes les endémies parasitaires, seule la dracunculose peut actuellement être éradiquée. La présence du ver de Guinée dans une communauté est la preuve d'une mauvaise utilisation de l'eau de boisson. L'éradication de la dracunculose suppose une maîtrise totale de la gestion de l'eau. Ceci ne pourra être que le résultat d'un long et patient apprentissage et d'un engagement politique pris au plus haut niveau.

La Quarante-Quatrième Assemblée mondiale de la Santé (OMS, Genève, mai 1991), a adopté la résolution WHA44.5, "Eradication de la dracunculose", s'engageant à y parvenir dans le courant des années 1990; cet objectif est techniquement réalisable, sous réserve d'un soutien politique, social et économique approprié.

Au niveau du village, la création des comités de gestion de l'eau se développe dans la plupart des pays endémiques. Au plan national, la gestion technique administrative et financière repose sur un coordinateur bénéficiant d'une large autonomie au sein d'un

comité intersectoriel intégrant toutes les activités de développement social et économique liées à la lutte contre la dracunculose.

A l'initiative de l'OMS, du PNUD et de l'UNICEF, un pas décisif vient d'être franchi avec la création d'une "Cellule inter-agences d'assistance technique pour l'éradication de la dracunculose". Implantée à Ouagadougou, son rôle sera d'appuyer les programmes nationaux de la région africaine.

BIBLIOGRAPHIE .

- ABBOT P. H., 1951.- X-ray showing calcified guinea worms round the hip joint and in the pelvis (demonstration). *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 45: 14.
- ABDUKHALIL J. M., 1971.- Radiography of the *Dracunculus medinensis*, the Medina worm. *Radiography*, 37: 173-177.
- ABOLARIN M. O., 1981.- Guinea worm infection in a Nigerian village. *Trop. Geogr. Med.*, 33 (1): 83-88.
- ACHARYMA G. V., PALEKAR V. S. and DASTUR D. K., 1967.- An unusual presentation of guinea worm, a case report. *J. Postgrad. Med.*, 13: 135-136.
- ACTON H. W., 1910.- The treatment of *Filaria medinensis* by subcutaneous injection of chinosol. *Ind. Med. Gaz.*, 45: 258-259.
- ADAMSON P. B., 1988.- Dracontiasis in antiquity. *Med. Hist.*, 32: 204-209.
- ADEBO S., 1985.- Prévalence de la Dracunculose dans la commune rurale de Kpaouignan. Etude statistique, épidémiologique et vectorielle. Mémoire fin d'étude, C. P. U., Univ. Nat. Bénin, 52 p.
- ADEKOLU-JOHN E. O., 1983a.- The impact of lake creation on guinea worm transmission in Nigeria on the eastern side of Kainji Lake. *Inter. J. health Educ.*, 24 (4): 229-237.
- ADEKOLU-JOHN E. O., 1983b.- The impact of lake creation on guinea worm transmission in Nigeria on the eastern side of Kainji Lake. *Int. J. Parasit.*, 13 (5): 427-432.
- ADELOYE A., 1983.- Extradural compression by Guinea worm. *Surg. Neurol.*, 19 (5): 482.
- ADENIYI K. S., 1990.- Modeling the impact of tropical diseases: Guinea worm case study. *Nigerian J. Parasitol.*, 9-11: 3-12.
- ADEYEBA O. A., 1985a.- Secondary infections in dracunculiasis: bacteria and morbidity. *Int. J. Zoon.*, 12 (2): 147-149.
- ADEYEBA O. A., 1985b.- Hypoproteinaemia in Dracunculiasis. *Int. J. Zoon.*, 12 (2): 150-151.
- ADEYEBA O. A., 1986.- Intestinal helminthiasis and haemoparasitosis in an area of endemic dracunculiasis in Ogo State of Nigeria. *Int. J. Zoon.*, 13 (1): 6-10.
- ADVIER et DEJOU L., 1938.- Arthrite aiguë du genou avec présence d'embryons d'*Onchocerca volvulus* dans le liquide articulaire. *Bull. Soc. Path. exot.*, 31: 727-730.
- AIYEDUN B. A., BROWNING M. J. and EDUNGBOLA L. D., 1985.- Guinea worm in Kwara State. II. Immunological studies on naturally infected subjects. *East Afr. Med. J.*, 62 (7): 459-465.
- AKANJI A. O., 1990.- Two unusual predisposing factors for diabetic pedal ulceration in Nigerians. *Trop. Geogr. Med.*, 42: 83-86.
- AKPOVI S. U., JOHNSON D. C. and BRIEGER W. R., 1981.- Guinea worm control: testing the efficacy of health education in primary care. *Int. J. health Educ.*, 24 (4): 229-237.
- ALCOCK A., 1912.- Miscellaneous notes from the Entomological Departement. 3. A suggestion for destroying cyclops in small collections of water. *J. London Sch. Trop. Med.*, 1: 206.
- AMOUSSOUGA P., 1976a.- Endémie dracunculienne dans les Districts de Savalou et Dassa Zoumé (Préfecture du Zou), République du Dahomey, du 12 au 23 Juin 1975. Doc. Tech. OCCGE. n° 6207: 7 p.

- AMOUSSOUGA P., 1976b.- Endémie dracunculienne dans la circonscription administrative du Haho, ex circonscription du Nuadja du 19 au 27 Août 1975. Doc. Tech. OCCGE, n° 6210: 12 p.
- ANAND M. P., 1969.- Niridazole in dracontiasis: a controlled study. *Trans. Roy. Trop. Med. Hyg.*, 63 (5): 608-612.
- ANDERSON J. and DUBOIS., 1806.- History of the guinea worm and of the method of cure employed by the Hindoos. *Edin. Med. Surg. J.*, 2: 300-307.
- ANNANDALE T., 1862.- Guinea worm in the skin of the leg. *Edin. Med. J.*, 8: 434-435.
- Anonyme, 1843.- The guinea worm, very prevalent at Bokhara. *Boston Med. Surg. J.*, 28: 387.
- Anonyme, 1880a.- Guinea worm - novel mode of extraction. *Indian Med. Gaz.*, 5: 170.
- Anonyme, 1980b.- Spécial Dracunculose. I- Informations épidémiologiques des Etats membres et des Etats voisins. OCCGE Informations, n° 69: 5-18.
- Anonyme, 1894.- A new treatment of guinea worm. *Brit. Med. J.*, ii: 23.
- Anonyme, 1983.- After smallpox, guinea worm ? *The Lancet*, i: 161-162.
- Anonyme. 1987.- Guinea worm: a national shame. A preventable water-borne disease that continues to ravage our rural communities. *African concord*, 152: 3-23.
- ANRAEDT J. L. et BRYGOO E. R., 1955.- Sur un cas de dracunculose scrotale. *Bull. Soc. Path. exot.*, 48 (1): 57-58.
- ANSARI A. R. and NASIR A. S., 1963.- A survey of Guinea worm disease in the Sind Desert (Tharparkar District) of West Pakistan. *Pak. J. Health*, 13: 52-67.
- ANTANI J., SRINIVAS H. V., KRISHNAMURTHY K. R. and JAHAGIRDAR B. R., 1970.- Metronidazole in dracunculiasis: a preliminary report. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 19 (5): 821-822.
- ANTANI J. A., SRINIVAS H. V., KRISHNAMURTHY K. R. and BORGAONKAR A. N., 1972.- Metronidazole in dracunculiasis. Report of further trials. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 21 (2): 178-181.
- AUVRAY C. et DUSSART B., 1966.- Rôle de quelques facteurs du milieu sur le développement post-embryonnaire des cyclopidés (Crust., Cop.). I.- Généralités. Cas des *Eucyclops*. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 91 (3): 477-491.
- AUVRAY C. et DUSSART B., 1967.- Rôle de quelques facteurs du milieu sur le développement post-embryonnaire des cyclopidés (Crust., Cop.). II.-Cas des *Cyclops* et influences des facteurs extérieurs. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 92 (1): 11-22.
- AZIM., 1939.- Helminths of dogs and cats in Egypt. *Ann. Parasit. Hum. Comp.*, 17: 32-36.
- AZOUZ E. M. et JEAN J. P., 1983.- La Dracunculose ou filaire de Médine. A propos de deux cas. *J. Can. Assoc. Radiol.*, 34 (4): 308-310.
- BALASUBRAMAN V. and RAMAMURTHI B., 1965.- An unusual location of guinea worm infestation; report of a case. *J. Neurosurg.*, 23: 537-538.
- BALFOUR J., 1858.- Note on the incubation of guinea worm (*Filaria medinensis*). *Edin. Med. J.*, 6: 442-443.

- BAMAGUNDA D., 1934.- An unusual case of dracontiasis. *East Afr. Med. J.*, 11: 242-243.
- BANDYOPADHYAY A. K. and CHOWDHURY A. B., 1965.- Preliminary observations on the effect of prolonged hypothermia on *Dracunculus medinensis*. *Bull. Calcutta School Trop. Med.*, 13 (2): 49-50.
- BAPNA S., 1985.- Relative susceptibilities of cyclops species from Rajasthan State to guinea worm (*Dracunculus medinensis*) larvae. *Bull. WHO.*, 63 (5): 881-886.
- BARKAN A., 1876.- A case of *Filaria medinensis* in the anterior chamber. *Arch. Ophth. Otol.*, 5: 151-152.
- BARTET A., 1898.- Le corps expéditionnaire dans le haut Dahomey. *Arch. Méd. Nav.*, 70: 162.
- BARTET A., 1908a.- L'urticaire dans la dracunculose. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1: 309-312.
- BARTET A., 1908b.- Note sur la pathogénie de l'urticaire dans la dracunculose. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1: 330-333.
- BARTET A., 1909.- Le Ver de Guinée, *Dracunculus* ou *Filaria medinensis*. A. Maloine, Paris.
- BASTIAN H. C., 1863.- On the structure and nature of the *Dracunculus* or guinea worm. *Trans. Linn. Soc. Lond.*, 24: 101-134.
- BASU R. N. and KAUL S. M., 1985.- Independent Appraisal of Guinea worm Eradication Programme. *J. Com. Dis.*, 17 (2): 131-139.
- BATLIWALA J. C., 1983.- Guinea worm in the horse. *Vet. Ann.; Lond.*, 36: 412-413.
- BAUVALLET H., 1933.- A propos de la dracunculose chez les noirs d'Afrique. *Bull. Soc. Path. exot.*, 26 (3): 444-446.
- BELCHER D. W., WURAPA F. K., WARD W. B., and LOURIE I. M., 1975a.- Guinea worm in southern Ghana: its epidemiology and impact on agricultural productivity. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 24 (2): 243-249.
- BELCHER D. W., WURAPA F. K. and WARD W. B., 1975b.- Failure of thiabendazole and metronidazole in the treatment and suppression of guinea worm disease. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 24 (3): 444-446.
- BELLET E., 1908.- De l'extirpation du ver de Guinée après cocainisation. *Bull. Soc. Path. exot.*, 1: 560-563.
- BERMAN L. M., 1977.- Control of Guinea worm disease by eutrophication and changes in cultural practices by village health educators. *Bull. N. J. Acad. Sci.*, 22: 53.
- BESSE S. et MACARIO C., 1965.- Traitement de la dracunculose avec le R. P. 9955 ou Mel W en une seule injection. Essai en vue d'un traitement de masse. Seconde et dernière note préliminaire. *Bull. Soc. Path. exot.*, 58: 1086-1089.
- BEVERLEY-BURTON M. and CRICHTON V. F., 1973.- Identification of Guinea-worm species. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 67: 152.
- BEVERLEY-BURTON M. and CRICHTON V. F., 1976.- Attempted experimental cross infections with mammalian guinea worms, *Dracunculus spp.* (Nematoda, Dracunculoidea). *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 25 (5): 704-708.
- BHATT A. N. and PALAN K. H., 1978.- Guinea worm infection in Banaskantha District of Gujarat. Some important epidemiological aspects. *Ind. J. Med. Sci.*, 32: 1-4

- BILDHAIA G. S., MARHAWA S. M. and DATIDAR S. R., 1969.- An epidemiological assessment of dracontiasis. *J. Ind. Med. Assoc.*, 52: 67-71.
- BILLET A., 1906a.- Eosinophilie dans un cas de filariose de Médecine sous-cutanée. *C. R. Séanc. Soc. Biol.*, Paris, 58: 891-892.
- BILLET A., 1906b.- Eosinophilie dans un cas de filariose de Médecine sous-cutanée. *Presse Méd.*, 14: 379-380.
- BLANCHARD M., 1911.- Note sur le ver de Guinée dans la région du Haut-Sassandra (Côte d'Ivoire). *Bull. Soc. Path. exot.*, 4: 206-209.
- BLUM D., EMEH R. N., HUTTLY S. R. A., DOSUNMU-OGUNBI O., OKEKE N., AJALA M., OKORO J. I., AKUJOBI C., KIRKWOOD B. R. and FEACHEM R. G., 1990.- The Imo State (Nigeria) drinking water supply and sanitation project, 1. Description of the project, evaluation methods, and impact on intervening variables. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 84: 309-315.
- BLUM D., FEACHEM R. G., HUTTLY S. R. A., KIRKWOOD B. R. and EMEH R. N., 1987.- The effects of distance and season on the use of boreholes in Northeastern Imo State, Nigeria. *J. Trop. Med. Hyg.*, 90 (1): 45-50.
- BOLLAG U., SCHMIDT H., FRYERS T. and LAWANI J., 1982.- Medical education in action: community-based experience and service in Nigeria. *J. Med. Education*, 16: 282-289.
- BOLLET A. J., 1984.- Medical history in the Bible. Part. V. *Medical Times*, 112 (10): 66-71.
- BOTREAU-ROUSSEL J. P., 1928.- Radiographie du Ver de Guinée (Filaire de Médecine) après injection intrasomatique de Lipiodol. *Bull. Soc. Path. exot.*, 23: 1010-1015.
- BOTREAU-ROUSSEL J. P., 1930.- Arthrites puriformes aseptiques dans la dracunculose chez le noir. *Bull. Soc. Path. exot.*, 23: 1020-1025.
- BOUILLIEZ M., 1916.- Contribution à l'étude de la distribution de quelques maladies parasitaires du Moyen-Chari (Afrique Centrale). *Bull. Soc. Path. exot.*, 9: 143-167.
- BOURREL P., 1960.- Gangrène du scrotum par élimination massive de filaires de Médecine. *Méd. Trop.*, 20 (3): 382-383.
- BOURREL P., 1968.- Compression nerveuse par filaire de Médecine calcifiée. *Méd. Trop.*, 28 (6): 803-804.
- BOURREL P., CERUTTI J. et DAMAS R., 1975.- La Dracunculose. *Méd. Trop.*, 35 (1): 55-66.
- BOURREL P., COURBIL J., AUPHAN D., BOURGES M. et DELATTE P., 1972.- Localisation intrascrotale de la filaire de Médecine. *Méd. Trop.*, 32 (2): 169-174.
- BOURREL P. et DELATTE P., 1972.- Localisations articulaires et para-articulaires des filaires de Médecine calcifiées. A propos de 4 observations. *Méd. Trop.*, 32 (3): 291-294.
- BRADY G. S., 1908.- Notes on Dr. Graham's collection of *Cyclopidae* from the African Gold Coast. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 1: 423-433.
- BRADY G. S., 1911.- On some species of cyclops and other *Entomostraca* collected by Dr. J. M. Dalziel in Northern Nigeria. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 4: 239-250.

- BRAIDE E. I., EGBE E. I., OKORO J. I. and INYANG A., 1989.- Prevalence and geographical distribution of dracunculiasis (guinea worm disease) in Cross River State, Nigeria. *Trop. Geogr. Med.*, 41: 289-293.
- BRANDT F. H. and EBERHARD M. L., 1990a.- *Dracunculus insignis* in ferrets: comparison of inoculation routes. *J. Parasitol.*, 76 (1): 93-95.
- BRANDT F. H. and EBERHARD M. L., 1990b.- Distribution, behavior, and course of patency of *Dracunculus insignis* in experimentally infected ferrets. *J. Parasitol.*, 76 (4): 515-518.
- BREHM V. et KIEFER F., 1958.- Cladocères, Copépodes et Rotifères du Soudan (A. O. F.). *Bull. IFAN. série. A*, 20 (1): 95-99.
- BRIEGER W. R., 1986.- Community involvement in social marketing: the experience of guineaworm control. *Int. Q. Commun. Hlth. Educ.*, 7 (1):
- BRIEGER W. R. and GUYER J., 1990.- Farmers' loss due to guinea worm disease: a pilot study. *J. Trop. Med. Hyg.*, 93: 106-111.
- BRIEGER W. R., OLUMIDE E. A. and KALE O. O., 1983.- Effect of guinea worm on schoolchildren. *World Health Forum*, 4: 3.
- BRIEGER W. R., RAMAKRISHNA J. and ADENIYI J. D., 1990a.- Community response to social marketing: filters for Guinea worm control. *Int. Qrtly. Commun. Hlth. Educ.*, 10: 3-17.
- BRIEGER W. R., RAMAKRISHNA J., ADENIYI J. D. and SRIDHAR M. K. C., 1990b.- Monitoring use of monofilament filters for guinea worm control in a rural Nigerian community. *Int. Qrtly. Commun. Hlth. Educ.*, 11: 5-18.
- BRIEGER W. R., RAMAKRISHNA J., AKPOVI S. U. and ADENIYI J. D., 1985.- Selecting alternative strategies for community health education in guinea worm control. *Int. Qrtly. Commun. Hlth. Educ.*, 5 (4): 313-320.
- BRIEGER W. R., WATTS S. and YACOOB M., 1989.- Guinea worm, maternal morbidity, and child health. *J. Trop. Pediatr.*, 35: 285-288.
- BUKENYA G., 1987.- A survey of dracunculiasis in Chua-County, Kitgum District of Uganda. *East Afr. Med. J.*, 64 (2): 102-107.
- CAIRNCROSS S. and TAYEH A., 1988.- Guinea worm and water supply in Kordofan, Sudan. *J. Inst. Water Env. Mgmt*, 2 (3): 268-274.
- CARAYON A., CAMAIN R., GUIRARD R. et HAVRET P., 1961a.- Migrations habituelles, aberrantes, ou manquées de la filaire de Médine. *Press. Méd.*, 69: 1599-1600.
- CARAYON A., CAMAIN R., GUIRARD R. et HAVRET P., 1961b.- Aspects chirurgicaux des helminthiases en Afrique de l'ouest (ascaridiose, dracunculose, filariose, bilharziose). II. Pathologie des migrations habituelles, aberrantes, ou manquées de la filaire de Médine (à propos de 25 localisations chirurgicales). *Méd. Trop.*, 21: 538-549.
- CARLSON B. L. and SASSEVILLE V. G., 1984.- *Dracunculus insignis* in fishers in New Hampshire. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 185 (11): 1327.
- CARME B., DUDA M., DATRY A. et GENTILINI M., 1981.- La filariose de Médine (dracunculose) au décours de vacances en Afrique de l'Ouest. Conséquences épidémiologique. *Nouv. Presse Méd.*, 10 (33): 2711-2713.

- CHAIGNEAU Y., 1927.- Traitement de la dracunculose par la méthode de Tournier. *Bull. Soc. Path. exot.*, 20: 395-397.
- CHAMPEAU A., 1966.- Etats de quiescence déterminés chez les Copépodes d'eau saumâtre par les variations de chlorinité. *C. R. Acad. Sc., Paris, sér. D*, 262: 1289-1291.
- CHAPARD C., ROUX F. X., GEORGE B. et al., 1982.- La dracunculose intraspinale. A propos d'un cas de compression médullaire. *Neurochir.*, 28 (5): 339-342.
- CHATTON E., 1918.- Observations sur le ver de Guinée. Preuve expérimentale de l'infestation des Cyclops par voie digestive. *Bull. Soc. Path. exot.*, 11 (3): 338-348.
- CHIPPAUX J. P., 1989.- La distribution géographique de la dracunculose en Afrique. *Méd. Afr. noire*, 36 (4): 320-324.
- CHIPPAUX J.-P., 1990.- Echec du thiabendazole en prophylaxie de la dracunculose. *Méd. Trop.*, 50 (4): 455-458.
- CHIPPAUX J.-P., 1991a.- Mebendazole treatment of dracunculiasis. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 85: 280.
- CHIPPAUX J.-P.- Identification des hôtes intermédiaires de *Dracunculus medinensis* au sud du Bénin. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 1991, 66 (2): 77-83.
- CHIPPAUX J.-P. et MASSOUGBODJI A.- Evaluation clinique et épidémiologique de la dracunculose au Bénin. *Méd. Trop.*, 1991, 51: sous presse.
- CHISHOLM M. C., 1815.- On the *Malis dracunculus* or guinea worm (in Grenada). *Edin. Med. Surg. J.*, 11: 145-164.
- CHITWOOD B. G., 1933.- Does the guinea worm occur in North America? *J. Am. Med. Ass.*, 100: 802-804.
- CLOT-BEY, 1831.- Note on *Dracunculus* observed in Egypt. *Ann. Med. Physiol.*, 2: 126-150.
- COCKBURN A., BARRAGO R. A., REYMAN T. A. and PECK W. H., 1975.- Autopsy of an Egyptian mummy. *Sciences*, 187: 1155-1160.
- COHEN A. J., 1929.- *Filaria medinensis* (in Java). *Geneesk Tijdschr H. Nederl-Indie*, 69: 55-58 and 204-205.
- CRICHTON V. F. J. and BEVERLEY-BURTON M., 1974.- Distribution and prevalence of *Dracunculus spp.* (Nematoda, Dracunculoidea) in mammals in Ontario, Canada. *Can. J. Zool.*, 52 (1): 163-167.
- CRICHTON V. F. J. and BEVERLEY-BURTON M., 1975.- Migration, growth and morphogenesis of *Dracunculus insignis* (Nematoda, Dracunculoidea). *Can. J. Zool.*, 53 (2): 105-113.
- CRITES J. L., 1963.- Dracontiasis in Ohio carnivores and reptiles with a discussion of the Dracunculid taxonomic problem. *Ohio J. Sc.*, 63 (1): 1-6.
- DA SILVA LIMA J. F., 1881.- De la filaire de Médine ou ver de Guinée rencontrée à l'état endémique dans la Province de Bahia et de son introduction dans le corps humain par l'eau de boisson. *Arch. Méd. Nav., Paris*, 35: 395-406.
- DAVIS L. J., 1931.- A note on some experiments with agents lethal to cyclops. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 24 (6): 631-633.
- DEGOGA I. S., 1977.- La dracunculose au Mali. Enquête épidémiologique dans deux villages du cercle de Bandiagara (Mali). Thèse Doc. Méd., Bamako, 50 p.

- DEJOU L., 1941.- Les localisations chirurgicales des filarioses africaines: arthrites et suppurations des parties molles. *Méd. Trop.*, 1: 15-35.
- DEJOU L., 1948.- Kystes suppurés et abcès chroniques dus au Ver de Guinée. *Bull. Soc. Path. exot.*, 41: 200-202.
- DEJOU L., 1951.- Les localisations profondes de la dracunculose (péritonéales et juxta-péritonéales en particulier). *Méd. Trop.*, 11: 645-652.
- DEJOU L. et CAMAIN R., 1951.- Localisation péritonéale du ver de Guinée avec des signes d'ulcère gastrique. *Bull. Soc. Path. exot.*, 44: 438-440.
- DE ROOY, G., 1987.- Guinea worm control as a major contributor to self-sufficiency in rice production in Nigeria. Lagos, UNICEF/Nigeria: December, 23 p.
- DESFONTAINE M. et PROD'HON J., 1980.- Répartition géographique de la dracunculose dans les états de l'OCCGE. *OCCGE Informations*, n° 89: 565-583.
- DE SOUZA L., 1986.- Evaluation épidémiologique de la Dracunculose dans cinq villages pilotes de la République Populaire du Bénin. Th. Doc. Méd., FSS, UNB, Cotonou: 186 p.
- DEVI C. S., MORTHY D. P., DEVI S. L. and REDDY C. R., 1971.- Fibrinolytic activity of infective larvae of *Dracunculus medinensis*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 20: 101-103.
- DONALDSON J. R. and ANGELO T. A., 1961.- Quadriplegia due to guinea worm abscess. *J. Bone Joint Surg.*, 43 (A): 197-198.
- DUKE B. O. L., 1985.- The application of science and technology at the primary health care level in filarial diseases and guinea worm infection. WHO/FIL/85.179: 1-11.
- DUMONT H. J., 1981.- Cladocera and free-living Copepoda from the Fouta Djallon and adjacent mountain areas in West Africa. *Hydrobiologia*, 85: 97-116.
- DUMONT H. J., PENSART J. and VAN DE VELDE I., 1981.- The crustacean zooplankton of Mali (West Africa). *Hydrobiologia*, 80: 161-187.
- DUNN F. L., 1979.- Le rôle du comportement humain dans la lutte contre les maladies parasitaires. *Bull. OMS*, 57 (6): 887-902.
- DURAND J. R. et LEVEQUE C., 1980.- Flore et faune aquatiques de l'Afrique sahélo-soudanienne. Tome 1. ORSTOM, Paris: 389 p.
- DUSSART B., 1967.- Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome 1: Calanoides et Harpactoides. Boubée et Cie éd., Paris, 292 p.
- DUSSART B., 1969.- Les copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome II :Cyclopoides et Biologie quantitative. Boubée et Cie éd., Paris, 292 p.
- DUSSART B. H., 1968.- Contribution à l'étude des eaux douces de l'Ennedi. I- Copépodes. *Bull. IFAN*, sér. A, 30 (1): 127-134.
- DUSSART B. H., 1974.- Contribution à l'étude des Copépodes des eaux douces d'Ethiopie. *Bull. IFAN*, sér. A, 36 (1): 92-116.
- DUSSART B. H., 1977.- Contribution à l'étude des Copépodes des eaux douces du Rwanda. *Bull. IFAN*, sér. A, 39 (4): 821-840.
- DUSSART B. H., 1980.- Copépodes. In DURAND et LEVEQUE, 1980: 333-356.
- DUSSART B. H., 1981.- Copépodes du bassin du Niger. *Bull. IFAN*, 43 sér. A (1-2): 135-169.

- DUSSART B. et DEFAYE D., 1985.- Répertoire mondial des copépodes cyclopoïdes, CNRS, Paris: 236 p.
- DUSSART B. et GRAS R., 1966.- Faune planctonique du lac Tchad. I-Crustacés copépodes. *Cah. ORSTOM, sér. Océanogr.*, 4: 77-91.
- EBBEL B., 1937.- (Possible passage on guinea worm). Papyrus Ebers, the greatest Egyptian medical document. Copenhagen.
- EBERHARD M. L., BRANDT F. H. and KAISER R. L., 1991.- Chlorotetracycline for dracunculiasis. *Lancet*, 337: 500.
- EBERHARD M. L., BRANDT F. H., RUIZ-TIBEN E. and HIGHTOWER A., 1990.- Chemoprophylactic drug trials for treatment of dracunculiasis using the *Dracunculus insignis*-ferret model. *J. Helminthol.*, 64: 79-86.
- EBERHARD M. L., RAB M. A. and DILSHAD M. N., 1989.- Red *Dracunculus medinensis*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 41: 479-481.
- EBERHARD M. L., RUIZ-TIBEN E. and WALLACE S. V., 1988.- *Dracunculus insignis*: experimental infection in the ferret, *Mustela putorius furo*. *J. Helminthol.*, 62: 265-270.
- EDHOR A. A., 1986.- Une conséquence grave de la dracunculose: l'ulcère cancérisé. *Afr. Méd.*, 25 (239): 137-148.
- EDUNGBOLA L. D., 1980.- Water utilization and its health implications in Ilorin, Kwara State, Nigeria. *Acta Tropica*, 37 (1): 73-81.
- EDUNGBOLA L. D., 1983.- Babana parasitic Diseases Project. II.- Prevalence and impact of dracontiasis in Babana District, Kwara State, Nigeria. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 77 (3): 310-315.
- EDUNGBOLA L. D., 1984.- Dracunculiasis in Igbon, Oyo state, Nigeria. *J. Trop. Med. Hyg.*, 87: 153-158.
- EDUNGBOLA L. D., 1986.- A method of rapid assessment of the distribution and endemicity of dracunculiasis in Nigeria. *Soc. Sci. Med.*, 23 (6): 555-558.
- EDUNGBOLA L. D. and WATTS S., 1984.- An outbreak of dracunculiasis in a peri-urban community of Ilorin, Kwara State, Nigeria. *Acta Tropica*, 41 (2): 155-163.
- EDUNGBOLA L. D. and WATTS S. J., 1985.- Epidemiological assessment of the distribution and endemicity of guinea worm infection in Asa, Kwara State, Nigeria. *Trop. Geogr. Med.*, 37 (1): 22-28.
- EDUNGBOLA L. D. and WATTS S. J., 1990.- The elimination of dracunculiasis in Igbon, Oyo State, Nigeria: the success of self-help activities. *J. Trop. Med. Hyg.*, 93 (1): 1-6.
- EDUNGBOLA L. D., KALE O. O. and WATTS S. J., 1987a.- Dracunculiasis in Nigeria. Proc. 1st Nat. Conf. Enugu: Social Development Direct., 220 p.
- EDUNGBOLA L. D., WATTS S. J. and KALE O. O., 1988a.- The distribution of dracunculiasis in Nigeria: a preliminary study. *Int. J. Epidemiol.*, 17 (2): 428-433.
- EDUNGBOLA L. D., WATTS S. J., ALABI T. O. and BELLO A. D., 1988b.- The impact of a UNICEF assisted rural water project on the prevalence of guinea worm disease in Asa, Kwara State, Nigeria. *J. Am. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 39 (1): 79-85.
- EDUNGBOLA L. D., WATTS S. J., KALE O. O., SMITH G. S. and HOPKINS D. R., 1986.- A method of rapid assessment of the

- distribution and endemicity of dracunculiasis in Nigeria. *Soc. Sci. Med.*, 23 (6): 555-558.
- EDUNGBOLA L. D., WATTS S. J., PARAKOYI B. D. and EBOMOYI E. W., 1987b.- Dracunculiasis in isolated villages in Kwara State, Nigeria. *Nigerian J. Sci.*, 21 (1-2): 35-39.
- EGBORGE A. B. M., 1972.- A preliminary checklist of the zooplanktonic organisms of the River Oshun in the Western State of Nigeria. *Nigerian J. Sci.*, 6: 67-71.
- EINSLE U., 1970.- Etudes morphologiques sur des espèces de *Thermocyclops* (Crust. Cop.) d'Afrique et d'Europe. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.*, 4 (2): 13-38.
- EKEH H. E. and ADENIYI J. D., 1986a.- Targeting school children for tropical diseases control: preliminary findings from a socio-behaviour research in Nigeria. *J. Trop. Med. Hyg.*, 89 (1): 1-6.
- EKEH H. E. and ADENIYI J. D., 1986b.- Using teachers as change agents in the control of tropical diseases an extra-curricular approach. *Quat. Comm. hlth. Educ.*, 6 (4): 1985-1986.
- EKEH H. E. and ADENIYI J. D., 1988.- Health education strategies for tropical disease control in school children. *J. Trop. Med. Hyg.*, 91 (2): 55-59.
- EL GARF A., 1985.- Parasitic rheumatism: rheumatic manifestations associated with calcified guinea worm. *J. Rheumatol.*, 12: 976-979.
- ELGMORK K., 1964.- Dynamics of zooplankton communities in some small inundated ponds. *Fol. Limn. Scand.*, 12: 1-83.
- ELLIOTT M., 1942.- A new treatment for dracontiasis. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 35: 291-301.
- FADO S., 1974.- Contribution d'un infirmier à l'essai de lutte contre le ver de Guinée dans un milieu rural du centre Dahomey (Dassa-Zoumé). Mémoire ENSP Rennes, section paramédicale: 113 p.
- FAGBEMI B. O. and HILLYER G. V., 1990.- Immunodiagnosis of dracunculiasis by falcon assay secreening test enzyme-linked-immunosorbent-assay (fast ELISA) and by enzyme-linked immunoelectrotransfer blot (EITB) technique. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 43: 665-668.
- FAIRLEY N. H., 1924a.- Studies in dracontiasis. IV: The clinical picture, an analysis of 140 cases. *Ind. J. Med. Res.*, 12: 351-367.
- FAIRLEY N. H., 1924b.- Studies in dracontiasis. V: observations and reflections on intravenous medicine with special reference to tartar emetic. *Ind. J. Med. Res.*, 12: 369-374.
- FAIRLEY N. H., 1924c.- Studies in dracontiasis. VI: Mechanical and surgical extraction. *Ind. J. Med. Res.*, 59: 429-438.
- FAIRLEY N. H. and LISTON W. G., 1924a.- Studies in the transmission of *Dracunculus medinensis*. A negative experiment. Part. II. *Ind. J. Med. Res.*, 12: 93-104.
- FAIRLEY N. H. and LISTON W. G., 1924b.- Studies in dracontiasis. III: A note on various local Indian remedies. *Ind. J. Med. Res.*, 12: 374-379.
- FAIRLEY N. H. and LISTON W. G., 1924c.- Studies in the pathology of dracontiasis. Part 1. *Ind. J. Med. Res.*, 12: 915-932.
- FEDCHENKO A. P., 1871.- Concerning the structure and reproduction of the guinea worm (*Filaria medinensis* L.).

- (Transl. of Fedchenko, 1971). *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 20: 511-523.
- FERREIRA F. C. and LOPES E. M. R., 1948.- Aspectos clinicos e epidemiologicos d'um foco endemico de dracunculose na Guiné Portuguesa. *An. Inst. Med. Trop. Lisbon*, 5: 71-86.
- FOURN L., 1977.- Contribution à l'étude de la dracunculose dans le district de Dassa-Zoumè: aspects statistiques, épidémiologiques et cliniques. Thèse Doc. Méd., UNB Cotonou, n° 8, 120 p.
- FOURN L., MONTEIRO B. et SADELER B. C., 1978.- La dracunculose: une parasitose particulière. *Rev. Méd. Tours*, 12 (1): 35-39.
- FOURN L., MONTEIRO B. et SADELER B. C., 1979.- Enquête épidémiologique sur la Dracunculose en République Populaire du Bénin (District de Dassa). *Afr. Méd.*, 18: 603-605.
- FRYER G., 1957a.- The food of some freshwater cyclopoids copepods and its ecological significance. *J. Anim. Ecol.*, 26: 263-286.
- FRYER G., 1957b.- The feeding mechanism of some freshwater cyclopoid copepods. *Proc. Zool. Soc. London*, 129: 1-25.
- FRYER G. and SMYLY W. J. P., 1954.- Some remarks on the resting stages of some freshwater cyclopoid and harpacticoid copepods. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (12th ser.), 7: 65-72.
- GAITONDE B. B., RENAPURKAR D. M. and APTE V. H., 1979.- Comparative efficacy of three anthelmintic drugs in treatment of guinea worm infection. *Bull. Haffkine Inst.*, 7 (1): 20-27.
- GAITONDE B. B., RENAPURKAR D. M., RAMCHANDANI G. S. and SANT M. V., 1974.- Metronidazole in *Dracunculus* infection: report of field trials. *Bull. Haffkine Inst.*, 2 (2): 90-93.
- GALLI M., ALMAVIVA M., BASSANI L., CIANTA F., GENCHI C. and FALAGIANI P., 1985.- Specific Ig. E response in dracunculiasis. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 79 (2): 283.
- GARATE T., KLIKS M. M., CABRENA Z. and PARKHOUSE R. M., 1990.- Specific and cross-reacting antibodies in human responses to *Onchocerca volvulus* and *Dracunculus medinensis* infections. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 42 (2): 140-147.
- GARIN Y., VASQUEZ M. P., LARIVIERE M. et RENE L., 1978.- Absès aseptique calcifié à *Dracunculus medinensis*. *Nouv. Presse Méd.*, 7: 271-272.
- GBARY A. R., GUIGUEMDE T. R. et OUEDRAOGO J. B., 1987.- La dracunculose, un fléau éradiqué dans trois villages du Burkina Faso par l'éducation sanitaire. *Bull. Soc. Path. exot.*, 80: 390-395.
- GENTILINI M., 1963.- La dracunculose. *Bull. Soc. Path. exot.*, 56: 469-474.
- GENTILINI M., 1964.- Aspects de la dracunculose en France. *Rev. Sci. Méd.*, 162: 55-58.
- GENTILINI M. et CARME B., 1981.- Traitement des filarioses en pratique hospitalière. Complications. Résultats. *Ann. Soc. belge Méd. Trop.*, 61: 319-326.
- GENTILINI M. et MORIN J., 1965.- Dracunculose calcifiée. *Presse Méd.*, 73: 2231-2232.
- GENTILINI M., CARME B., SMITH M., BRUCKER G. and NOSNY Y., 1978.- A case of eosinophilic pleurisy due to *Dracunculus*

- medinensis* infection. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 72: 540-541.
- GENTILINI M., PINON J. M. et NIEL G., 1972a.- Immuno-électro-diffusion sur membrane d'acétate de cellulose: applications en parasitologie. *Bull. Soc. Path. exot.*, 65 (1): 60-66.
- GENTILINI M., PINON J. M., NIEL G. et DANIS M., 1972b.- Etude comparée des réactions de précipitation et d'immunofluorescence indirecte dans le diagnostic des filarioses. *Bull. Soc. Path. exot.*, 65 (6): 849-858.
- GENTILINI M., PINON J. M., RAFFIER G. et NIEL G., 1972c.- Résultats d'une étude sérologique de 356 sujets atteints de Dracunculose explorés par la technique d'immunofluorescence indirecte. *Bull. Soc. Path. exot.*, 65 (1): 103-111.
- GENTILINI M., ROBINEAU M., DURR J. M. et DOMART A., 1970.- Résultats des essais thérapeutiques dans les helminthiases traitées par le L-Tétramisole. *Bull. Soc. Path. exot.*, 63 (1): 52-61.
- GEORGE J. St., 1975.- Bleeding in pregnancy due to retroplacental situation of guinea worms. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 69 (3): 383-386.
- GHOOL A. and SIKDAR A. K., 1963.- Guinea worm infestation at abnormal sites. *Curr. Med. Prac.*, 7: 549-554.
- GILLES H. M. and BALL P. A. J., 1964.- Guinea worm infection and gastric function. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 58: 78-82.
- GIORDANO C., KANGA K., DOUCET J., NOZAIS J. P., VIDAL H. et PIQUEMAL P., 1976.- Compression médullaire par filaire de Médine. A propos de 3 cas. *Méd. Afr. Noire*, 23 (2): 83-87.
- GOLVAN Y. J. et LANCASTRE F. A., 1968.- Développement des larves de *Dracunculus medinensis* chez les Cyclops de l'Ile de France. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 43 (6): 705-710.
- GOONERATNE B. W. M., 1969.- An additional historical note on the transmission of *Dracunculus medinensis*. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 63: 546.
- GRAHAM W. M., 1908.- A description of some Gold Coast Entomostracea. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 1: 417-421.
- GRAS R. et SAINT JEAN L., 1969.- Biologie des Crustacés du Lac Tchad. *Cahiers ORSTOM, sér. Hydrobiol.*, 3 (1): 43-60.
- GRAS R. et SAINT-JEAN L., 1971.- Prospection hydrologique du lac Léré et des mares avoisinantes. III- Cladocères et Copépodes. *Cah. ORSTOM., sér. Hydrobiol.*, 5 (2) :175-178.
- GRAS R. et SAINT-JEAN L., 1976a.- Durée du développement embryonnaire chez quelques espèces de Cladocères et de Copépodes du lac Tchad. *Cah. ORSTOM., sér. Hydrobiol.*, 10 (4): 233-254.
- GRAS R. et SAINT-JEAN L., 1976b.- Etude de la répartition spatiale du Zooplancton dans le lac Tchad: variation de la dispersion en fonction des d'échantillonnages et des conditions hydrodynamiques du milieu. *Cah. ORSTOM., sér. Hydrobiol.*, 10 (3): 201-229.
- GRAS R. et SAINT-JEAN L., 1981a.- Durée du développement juvénile de quelques Copépodes planctoniques du lac Tchad. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 14 (1): 39-52.
- GRAS R. et SAINT-JEAN L., 1981b.- Croissance en poids de quelques Copépodes planctoniques du lac Tchad. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 14 (2): 135-148.

- GRAS R. et SAINT-JEAN L., 1983.- Production du Zooplancton du lac Tchad. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 16 (1): 57-77.
- GRAS R., ILTIS A. et SAINT JEAN L., 1971.- Biologie des Crustacés du Lac Tchad. 2. Régime alimentaire des Entomostracés planctoniques. *Cahiers ORSTOM, sér. Hydrobiol.*, 5: 285-296.
- GREEN J., 1962.- Zooplankton of the River Sokoto. The Crustacea. *Proc. Zool. Soc. London*, 138: 415-435.
- GRETILLAT S., 1965a.- Le zinc dimethyldithiocarbamate dans la prophylaxie de la dracunculose. *Méd. Afr. Noire*, 12: 93-96.
- GRETILLAT S., 1965b.- Prophylaxie de la dracunculose par destruction des cyclops par le Zirame. *Biol. Méd.*, 54: 529-539.
- GUERRA F., 1968.- Aleixo de Abrev (1568-1630) author of the earliest book on tropical medicine describing amoebiasis, malaria, typhoid fever, scurvy, yellow fever, dracuntiasis, trichuriasis and tungiosis, in 1623. *J. Trop. Med. Hyg.*, 71: 55-69.
- GUESSENND G., DUTERTRE J. et KANGHA K., 1976.- Réflexions sur le foyer de dracunculose de Blanfla, S.P. de Bouaflé. *Ann. Univers. Abidjan*, B 10: 176-179.
- GUIGUEMDE T. R., 1986a.- Caractéristiques climatiques des zones d'endémie et modalités épidémiologiques de la Dracunculose en Afrique. *Bull. Soc. Path. exot.*, 79 (1): 89-95.
- GUIGUEMDE T. R., 1986b.- Comment chiffrer le coût économique des maladies tropicales dans une collectivité rurale. *Bull. Soc. Path. exot.*, 79 (1): 108-113.
- GUIGEMDE T. R. et GBARY A. R., 1985.- Caractéristiques climatiques des zones d'endémie et modalités épidémiologiques de la Dracunculose en Afrique. Doc. Tech. OCCGE, n° 8691/85. 9 p.
- GUIGUEMDE T. R., KAGONE M., COMPAORE T., MEDA P., SOKAL C. D., LOZAC'HMEUR P. et ROUX J., 1984a.- Etudes épidémiologiques et contrôle de la Dracunculose en zone de savane humide (S. O. de la Hte. Volta). Résultats de la première année d'étude. II- Etudes cliniques. *OCCGE Informations*, n° 89: 43-72.
- GUIGEMDE T. R., KAGONE M., COMPAGNE T., MEDA P., LOZAC'HMEUR P., SOKAL C. D., ROUX J. et al., 1984b.- Etudes épidémiologiques et contrôle de la dracunculose en zone de savane humide (S. O. de la Hte Volta). Résultats de la 1ère année d'étude. III- Les conséquences socio-économiques de la Dracunculose: *OCCGE Informations* n° 89: 73-90.
- GUIGEMDE T. R., ORIVELL F., MILLOT G. et ROUX J., 1985a.- Dracunculose: esquisse d'une méthode d'évaluation du coût chiffré de cette maladie dans une collectivité. *Méd. Afr. Noire*, 32 (1): 21.
- GUIGUEMDE T. R., OUEDRAOGO J. B., GBARY A. R. et STEIB K., 1987.- Etude longitudinale des cyclopidés, hôtes intermédiaires du ver de Guinée en zone soudano-sahélienne (Burkina Faso). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 62 (5): 484-491.
- GUIGEMDE T. R., SOKAL C. D. et ROUX J., 1983.- La dracunculose, un problème de santé Publique ? *Méd. Afr. Noire.*, 30 (10): 419-426.
- GUIGEMDE T. R., SOKAL C. D. et ROUX J., 1985b.- Dracunculose: études épidémiologiques en zone de savane (Haute volta). I.- Conséquences cliniques. *Méd. Afr. Noire*, 32 (1): 9-14.

- GUIGEMDE T. R., SOKAL C. D. et ROUX J., 1985c.- Dracunculose: Etudes épidémiologiques en zone de savane (Haute Volta). II.- Conséquences socio-économiques. *Méd. Afr. Noire.*, 32 (1): 17-20.
- GUIGEMDE T. R., STEIB K., COMPAORE T., KAGONE M., MEDA P., SOKA C., LOZAC'HMEUR P. et ROUX J., 1984c.- Etudes épidémiologiques et contrôle de la Dracunculose en zone de savane humide (S. O. de la Hte. volta). Résultats de la première année d'étude. I. Etudes du vecteur (Les cyclops). *OCCGE Informations*, n° 89: 15-41.
- GUTEKUNST M. C., 1986.- Elimination of guinea worm: dracunculiasis. *Search J.*, 1 (4): 37-40.
- HAIM BEN HAMRAN, 1959.- L'histoire de la dracunculose et de la bilharziose, et leur incidence économique et sociale. Thèse Doc Lettres. Rennes.
- HARKNESS J., 1955.- Dracontiasis in Tanganyika. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 49: 197.
- HASHIKURA T., 1927.- On a case of *Filaria medinensis* in Korea. *Jap. Med. World*, 7: 145-146.
- HAWKING F., 1943.- The distribution of filarioid infections in East Africa. *J. Trop. Med. Hyg.*, 45: 159-165.
- HENDERSON P. L., FONTAINE R. E. and KYEYUNE G., 1988.- Guinea worm disease in Northern Uganda: a major public health problem controllable through an effective water programme. *Int. J. Epidem.*, 17 (2): 434-440.
- HINZ E., 1965.- Der gegenwärtige Stand der Kenntnisse über die Infektion von Säugetieren mit *Dracunculus medinensis* als Grundlage für einen Modellversuch zur Prüfung chemotherapeutischer Substanzen. *Z. Tropmed. Parasit.*, 16: 90-105.
- HOEPLI R., 1969.- Parasitic diseases in Africa and the western hemisphere-early documentation and transmission by the slave trade. *Acta Tropica*, suppl. 10: 244 p.
- HOPKINS D., 1986.- Eradicate dracunculiasis ! (Editorial). *Search J.*, 1 (4): 4.
- HOPKINS D. and FOEGE W., 1981.- Guinea worm disease. *Science*, 212: 415.
- HOPKINS D. R., 1982.- Guinea worm disease - a chance of eradication ? *World Health Forum*, 3: 434-435.
- HOPKINS D. R., 1983.- Dracunculiasis: an eradicable scourge. *Epidemiol. Rev.*, 5: 208-219.
- HOPKINS D. R., 1984.- Ver de Guinée: le combat est possible. *Santé du monde*: 22-23.
- HOPKINS D. R., 1986a.- Eradication of dracunculiasis. *Lancet*, i: 750-751.
- HOPKINS D. R., 1986b.- Guinea worm. *Afr. Health*, 8 (4): 11-12.
- HOPKINS D. R., 1987a.- Dracunculiasis eradication. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 37: 117-120.
- HOPKINS D. R., 1987b.- Dracunculiasis eradication: a mid-decade status report. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 37 (1): 115-118.
- HOPKINS D. R., 1988.- Dracunculiasis eradication: the tide has turned. *The Lancet*, i, 148-150.
- HOPKINS D. R. and RUIZ-TIBEN E., 1990.- Dracunculiasis eradication: target 1995. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 43 (3): 296-300.

- HSU H. F. and WYATT J. Y. C., 1933.- *Dracunculus medinensis* infection in two dogs in Peiping. Experimental infection of cyclops. *Chinese Med. J.*, 47 (11/12): 1326-1330.
- HSU P. K. and LI D.N., 1981.- *Dracunculus medinensis* Linnaeus, 1758 from a cat in Guangdong. *An. Bull. Soc. Parasitol. Guangdong Province*, 3: 92.
- HUARD P., 1939.- Quelques remarques sur les arthrites par le ver de Guinée. *Bull. Soc. Path. exot.*, 31: 122-125.
- HUGHES M. H., 1967.- A historical note on the transmission of dracontiasis. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 61: 442-443.
- HURIEZ C., AGACHE P., BOMBART-THOREAUX M. et LELIEVRE G., 1961.- Abscès sous-cutanés multiples dus au ver de Guinée. *Lille Méd.*, 6: 326-328.
- HUTTLY S. R. A., BLUM D., KIRKWOOD B. R., EMEH R. N., OKEKE N., AJALA M., SMITH G. S., CARSON D. C., DOSUNMU-OGUNBI O. and FEACHEM R. G., 1990.- The Imo State (Nigeria) Drinking Water Supply and Sanitation Project. 2. Impact on dracunculiasis, diarrhoea and nutritional status. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 84: 316-321.
- ILEGBODU V. A., CHRISTENSEN B. L., WISE R. A., KALE O., STEELE J. H. and CHAMBERS L. A., 1987a.- Age and sex differences in new and recurrent cases of guinea worm disease in Nigeria. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 81: 674-676.
- ILEGBODU V. A., CHRISTENSEN B. L., WISE R. A. and ILEGBODU A. E. and KALE O. O., 1987b.- Source of drinking water supply and transmission of guinea worm disease in Nigeria. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 81 (6): 713-718.
- ILEGBODU V. A., ILEGBODU A. E., WISE R. A., CHRISTENSEN B. L. and KALE O. O., 1991.- Clinical manifestations, disability, and use of folk medicine in *Dracunculus* infection in Nigeria. *J. Trop. Med. Hyg.*, 94: 35-41.
- ILEGBODU V. A., KALE O. O., WISE R. A., CHRISTENSEN B. L., STEELE J. H. Jr. and CHAMBERS L. A., 1986.- Impact of guinea worm disease on children in Nigeria. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 35 (5): 962-964.
- IMEVBORE AMA, 1965.- A preliminary check-list of the planktonic organisms of Eleiyele Reservoir, Ibadan, Nigeria. *J. West Afr. Sci. Assoc.*, 10: 56-60.
- IMTIAZ R., ANDERSEN J. D., LONG E. G., SULLIVAN J. J. and CLINE B. L., 1990a.- Monofilament nylon filters for preventing dracunculiasis: durability and copepod retention after long term field use in Pakistan. *Trop. Med. Parasitol.*, 41: 251-253.
- IMTIAZ R., HOPKINS D. R. and RUIZ-TIBEN E., 1990b.- Permanent disability from dracunculiasis. *Lancet*, ii: 630.
- ISSOUFA H., MONEKOSSO G. et RIPERT C., 1979.- Etude épidémiologique de la dracunculose chez les Podokwos des monts du Mandara (Nord Cameroun). *Bull. Soc. Path. exot.*, 72 (2): 135-144.
- JAIN R. C. and GUPTA O. P., 1966.- Electrophoretic pattern of serum proteins in dracunculosis. *Ind. J. Med. Sci.*, 20: 713-715.
- JALI M. V., 1986.- Peroneal muscular atrophy and dracunculiasis: a preliminary report. *Ind. J. Pathol. Microbiol.*, 29: 91-92.

- JEANSELME E. A., 1919.- Note sur un cas de ver de Guinée complètement guéris par injections intraveineuse de novarsénobenzol. *Bull. Acad. Méd.*, 81: 156-158.
- JOB J. T., 1941.- Food and feeding habits of the glassfishes (Ambassis, Cuv. and Val.) and their bearing on the biological control of guinea worm and malaria. *Ind. J. Med. Res.*, 29: 851-862.
- JOHNSON M., ATTING I., BOXSHALL G. A. and BRAIDE E. I., 1990.- Copepod vectors of guinea worm: a review of W. African records and a local scale study relevant to eradication programmes. *Nigerian J. Parasitol.*, 9-11: 33-40.
- JOHNSON S. and JOSHI V., 1982a.- Dracontiasis in Rajasthan. VI-Epidemiology of dracunculiasis in Bermer District Western Rajasthan, India. *Int. J. Epidem.*, 11: 26-30.
- JOHNSON S. and JOSHI V., 1982b.- Dracontiasis in western Rajasthan, India. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 76 (1): 36-40.
- JOHRI G. N. and SAXENA A. K., 1974.- An epidemiological note on guinea worm infection in Madhya Pradesh. III. Incidence and infection in the village of Nipania. *J. Hyg. Epid. Microbiol. Immunol.*, 18: 154-159.
- JOSPIN Y., 1937.- Note sur deux kystes à filaire de Médine à localisation rare. *Bull. Soc. Path. exot.*, 30 (2): 146.
- JOURNE H., 1934.- Contribution à l'étude des arthrites puriformes au cours de la dracunculose. *Bull. Soc. Path. exot.*, 27 (6): 588-590.
- KAGAN I. G., 1963.- A review of immunologic methods for the diagnosis of filariasis. *J. Parasit.*, 49: 773-798.
- KALE O. O., 1974.- A controlled field trial of the treatment of dracontiasis with metronidazole and niridazole. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 68 (1): 91-95.
- KALE O. O., 1975.- Mebendazole in the treatment of dracontiasis. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 24 (4): 600-605.
- KALE O. O., 1977.- The clinico-épidemiological profile of guinea worm in the Ibadan District of Nigeria. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 26 (2): 208-214.
- KALE O. O., 1982.- Fall in incidence of guinea worm infection in western Nigeria after periodic treatment of infected persons. *Bull. WHO.*, 60 (6): 951-957.
- KALE O. O., ELEMILE T. and ENAHORO F., 1983.- Controlled comparative trial of thiabendazole and metronidazole in the treatment of dracontiasis. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 77 (2): 151-157.
- KAMAL R. and MANGALA M., 1987.- Rotenoids from indigofera and their bio-efficacy against cyclops, the carrier of dracunculiasis. *Pharmazie*, 42 (5): 356.
- KAPALI V., SADANAND A. V. and PRAKASAM J., 1984.- Eradication of dracontiasis in Tamil Nadu State. *J. Com. Dis.*, 16 (3): 244-246.
- KAPFERER J.-N., 1989.- Rumeurs. Le plus vieux média du monde. Seuil, Paris, 342 p.
- KAPPUS K. D., HOPKINS D. R., RUIZ-TIBEN E., IMTIAZ R., ANDERSEN J., AZAM M. and ATTIQ A., 1991.- A strategy to speed the eradication of dracunculiasis. *World Health Forum*, 12 (2): 220-225.

- KATZENELLENBOGEN I., 1954.- Dracontiasis among Yemenite immigrants to Israel. *Dermatologica*; Basle, 198: 129-136.
- KAUL S. M., JOSHI G. C. and SEHFAL P. N., 1987.- Field evaluation of temephos one percent sand granule formulation against cyclops. *J. Commun. Dis.*, 19 (2): 168-171.
- KAUL S. M., MEHTA S., JOSHI M., MATHUR S. S. and RAO C. K., 1984.- Relative effectiveness of "Nytal" and cotton as cyclops sieving device in guinea worm affected hamlets in Rajasthan. *J. Com. Dis.*, 16 (2): 154-156.
- KEVAN D. K. McE, 1977.- Mid-eighteenth century entomology and helminthology in the West Indies: Dr James Grainger. *J. Soc. Bibliog. Nat. Hist.*, 8: 193-222.
- KHAJAVI A., 1968.- Guinea worm calcification - a report of 83 cases. *Clin. Radiol.*, 19: 433-435.
- KHAN H. D., AMINUDDIN M. and SHAH C. H., 1986.- Epidemiology and socio-economic implications of dracunculiasis in eleven rural communities of District Bannu (Pakistan). *J. Pakistan Med. Assn.*, 36: 233-238.
- KHAN M. A., LATHAN F., SAMARIK S. and EDESON J. F. B., 1982.- X-ray identification of parasitic infection in the western region of Saudi Arabia. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 76: 499-505.
- KHWAJA M. S., DOSSETOR J. F. and LAWRIE J. H., 1975.- Extradural guinea worm abscess. Report of two cases. *J. Neurosurg.*, 43: 627-630.
- KIEFER F., 1960.- Zwei neue cyclopiden (Crust. Cop.) als Bevohner des sandlücken systems in Niger (Französischen Sudan). *Bull. IFAN*, sér. A, 22 (2): 395-401.
- KINARE S. G., PARULKAR G. B. and SEN P. K., 1962.- Constrictive pericarditis resulting from dracunculosis (Memoranda). *Brit. Med. J.*, 24: 845.
- KINTZEN W., 1968.- The caduceus motif and the guinea worm. *J. Amer. Med. Assn.*, 203: 234.
- KLIKS M. M. and RAO C. K., 1984.- Development of rapid ELISA for early serodiagnostic of dracunculiasis. *J. Com. Dis.*, 16 (4): 287-294.
- KOBAYASHI A., KATAKURA K., HAMADA A., SUZUKI T., HATABA Y., TASHIRO N. and YOSHIDA A., 1986.- Human case of dracunculiasis in Japan. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 35 (1): 159-161.
- KOFFI J. K., KOFFI M. K., DANGUY E., ADJORLOLO C. A. et GUESSENND G., 1986.- Hydraulique humaine et Santé Publique en Côte d'Ivoire. *Méd. Trop.*, 46 (2): 185-190.
- KOTHARI M. L., PARDANANI D. S. and ANAND M. P., 1968.- Niridazole in dracunculiasis. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 17: 864-866.
- KOTHARI M. L., PARDANANI D. S., ANAND M. P., MEHTA L., KOTHARI D. L. and DASTUR P., 1969a.- Role of secondary bacterial infection in dracontiasis. *Trans. Roy. Soc. Med. Hyg.*, 63: 687-688.
- KOTHARI M. L., PARDANANI D. S., ANAND M. P., MEHTA L., KOTHARI D. L. and DASTUR P., 1971.- Dracontiasis and secondary bacterial infection. *Ind. J. Surg.*, 33: 119-122.
- KOTHARI M. L., PARDANANI D. S., LOPA MEHTA, KHOTARI D. L. and ANAND M. P., 1969b.- Niridazole in dracontiasis: a controlled study. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 63 (5): 608-612.

- KRISHNA RAO C., KUMAR S., JAIN M. L., JAIRAJ D., NARASIMHAN M. V. V. L., MATHUR A. R. L., APPARAO M. C. and RAO C. K., 1982.- Control of cyclops with temephos in guinea worm endemic villages of Andhra Pradesh and Rajasthan. *J. Com. Dis.*, 14: 36-40.
- KULKARNI D. R. and NAGALOTIMATH S. J., 1975.- Guinea worm and metronidazole. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 69: 169-172.
- KUMAR A., 1990.- Operational research need in guinea worm eradication programme. *J. Com. Dis.*, 22: 236-242.
- KUMAR A. and BISWAS G., 1990.- Operational evaluation of Guinea worm eradication programme. The parameters. *J. Com. Dis.*, 23 (1): 46-54.
- KUMAR A., SHARMA R. S., KAUL S. M. and SEHGAL S., 1989.- Guinea worm eradication programme in India - Current situation. *Commun. Dis. Bull.*, 6 (2): 7-10.
- KUMAR S., 1982.- Guinea worm eradication programme and primary health care. *J. Com. Dis.*, 14 (3): 212-215.
- LA BARBERA M. C. and KILHAM P., 1974.- The chemical ecology of copepod distribution in the lakes of East and Central Africa. *Limnol. Oceanograph.*, 19 (3): 459-464.
- LABEGORRE J., PELLOUX H., PIACENTINI M. et GRIMALDI A., 1969.- Réflexions sur le tétanos de l'adulte à Cotonou - à propos de 353 cas. *Méd. Trop.*, 29 (6): 702-710.
- LACOMBE M. et GENTILINI M., 1963.- Sur une localisation intercostale du ver de Guinée. *Press. Méd.*, 71: 1862-1864.
- LAMAH T. N., FRANZ M., MELHORN H. et CHIPPAUX J.-P., 1989.- Etude ultrastructurale de la femelle adulte de *Dracunculus medinensis* et de ses larves de 1^{er} stade de développement (L1). *Ann. Sci. Nat., Zool.*, 13^{ème} série, 10: 145-153.
- LAMONTELLERIE M., 1972.- Résultats d'enquêtes sur les filarioses dans l'ouest de la Haute Volta (Cercle de Banfora). *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 47 (6): 783-838.
- LAMOOT E. DUMONT H. J. and PANSART J., 1981.- Discovery of the first representative of the genus *Speocyclops* (Crust. Cop.) in Africa south of the Sahara (*Speocyclops transaharicus*, nov. sp.). *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 14 (1): 53-59.
- LANIYAN I., 1987.- Mise au point d'un test biologique de dosage d'un insecticide en milieu naturel: application pour l'étude de la rémanence de l'abate. Mémoire de fin d'étude, CPU, Univ. Nat. Bénin, Abomey-Calavi, 69 p.
- LAPEYSSONNIE L., 1960.- Le problème des eaux de surface en Afrique intertropicale, considéré d'un point de vue écologique. *Méd. Trop.*, 20 (3): 315-338.
- LARSSON R. W., 1990.- Elimination of Guinea worm disease in the People's Republic of Benin. *Water Quality Bull.*, 15: 52-57.
- LAURIE W., 1954.- Dracontiasis in Tanganyika, British East Africa. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 48: 538-539.
- LAWRIE J., 1987.- Paraplegia complicating dracontiasis. *J. Roy. Coll. Surg. Edin.*, 32 (4): 259-260.
- LE BRAS J., DUCHATELLE C., ANDRIEU B. et COULAUD J.-P., 1980.- Dracunculose, fréquence d'un anticorps caractéristique et implications diagnostiques. *Ann. Soc. belge Méd. Trop.*, 60: 163-171.
- LE BRAS J., DUCHATELLE C., PAYET M. et SAVEL J., 1977.- Comparaison des résultats obtenus à partir d'antigènes

- homologues et hétérologues dans l'étude immunologique de l'onchocercose et de la dracunculose. *Bull. Soc. Path. exot.*, 70: 515-524.
- LE BRAS M., GUERIN B., VILLENAVE D. et DUPONT A., 1986.- Approche des conséquences sanitaires des aménagements hydro-agricoles en zones tropicales. Le calcul des journées de travail perdues. *Bull. Soc. Path. Ex.*, 79 (2): 251-258.
- LEIPER R. T., 1906.- The influence of acid on guinea worm larvae encysted in cyclops. *Brit. Med. J.*, i: 19-20.
- LEIPER R. T., 1907.- The etiology and prophylaxis of dracontiasis. *Brit. Med. J.*, i: 129-132.
- LEIPER R. T., 1910.- Guinea worm in domesticated animals with a note on its discovery, by Mr. C. Grey in a Leopard. *J. Trop. Med. Hyg.*, 13: 65-66.
- LEIPER R. T., 1911a.- Note on the native tradition that the Guinea Worm can attain maturity outside the body. *J. Trop. Med. Hyg.*, 14: 77.
- LEIPER R. T., 1911b.- Note on the seasonal incidence of dracontiasis on the Gold Coast. *J. Trop. Med. Hyg.*, 14: 211.
- LEIPER R. T., 1913.- Seven helminthological notes. *J. London Sch. Trop. Med.*, 2: 175-178.
- LENOIR F., 1978.- Relations entre la dynamique et la composition chimique d'une nappe d'arène en Côte d'Ivoire. *Cah. O.R.T.O.M., sér. Géol.*, 10 (2): 209-236.
- LEURER J., 1954.- High eosinophilia in dracontiasis. Report of a case. *J. Trop. Med. Hyg.*, 57: 155-157.
- LINDBERG K., 1935a.- Notes on the epidemiology of dracunculiasis in British India. *Bull. Soc. Path. exot.*, 28: 866-875.
- LINDBERG K., 1935b.- Un ver de Médine siégeant au palais. *Bull. Soc. Path. exot.*, 28: 438-441.
- LINDBERG K., 1936a.- Un nouveau cyclops d'eau douce d'Iran, *Mesocyclops iranicus n. sp.*, Hôte intermédiaire probable du ver de Guinée à Lar. *Bull. Soc. Zool. France*, 6: 253-259.
- LINDBERG K., 1936b.- Dracunculiasis in Iran. *Arch. Schiffs Trop. Hyg.*, 40: 330-342.
- LINDBERG K., 1939a.- Contribution à la question de la présence de poissons cyclophages dans les puits du Deccan. *Bull. Soc. Path. exot.*, 32: 880-882.
- LINDBERG K., 1939b.- Infection naturelle de *Mesocyclops vermifer* Lindberg par les embryons du ver de Guinée dans les puits du Deccan (India). *Bull. Soc. Path. exot.*, 32: 816-821.
- LINDBERG K., 1940.- Seasonal variations of Cyclopidea in wells in the Deccan (India). *Rec. Indian Mus. Calcutta*, 42: p178.
- LINDBERG K., 1946a.- Enquête épidémiologique sur la dracunculose dans un village du Deccan (Inde). *Bull. Soc. Path. exot.*, 39: 303-318.
- LINDBERG K., 1946b.- Dracunculose dans l'état de Djodhpur (Rajputana), Inde. *Bull. Soc. Path. exot.*, 39: 318-328.
- LINDBERG K., 1948.- Seconde enquête épidémiologique sur la dracunculose dans l'Inde. *Bull. Soc. Path. exot.*, 41 (3/4): 282-293.
- LINDBERG K., 1950a.- La dracunculose en Asie, particulièrement au Moyen-Orient, avec la liste des Cyclopidés trouvés dans les zones endémiques. *Rev. Palud. Méd. Trop.*, 8: 87-111.

- LINDBERG K., 1950b.- Cyclopidés (Crustacés, copépodes) de la Nigeria (Afrique Occidentale). *Bull. Soc. Zool. France*, 75: 145-148.
- LINDBERG K., 1951.- Cyclopidés (Crustacés copépodes) de la Nigeria (Afrique Occidentale) Deuxième note. *Bull. Soc. Zool. France*, 76: 9-13.
- LINDBERG K., 1957.- Cyclopidés (Crust., Cop.) de la Côte d'Ivoire. *Bull. IFAN*, sér. A., 19 (1): 134-179.
- LINDBERG K., 1958.- Cyclopidés du Soudan (A. O. F.). *Bull. IFAN*, sér. A, 20 (1): 115-116.
- LINNAEUS C., 1758.- *Gordius medinensis*. In *System. Natur.*, 10: 647 et 12: 1075.
- LITVINOV S. K., 1968a.- On the epidemiology of guinea worm disease in Ghana. *Med. Parazitol.*, 37 (3): 347-350.
- LITVINOV S. K., 1968b.- On the clinical picture and treatment of dracunculosis. *Med. Parasitol*, 37 (4): 401-406.
- LITVINOV S. K., 1991.- How the USSR rid itself of dracunculiasis. *World Health Forum*, 12 (2): 217-219.
- LODHA S. C., 1972.- Paraplegia produced by guinea worm abscess. *Ind. J. Surg.*, 34: 367-369.
- LOKOSSOU B., 1987.- Contribution à l'étude du mécanisme de résistance des cyclopidés à l'assèchement des mares. Mémoire de fin d'étude, CPU, Univ. Nat. Bénin, Abomey-Calavi,
- LONCKE S., FAILLOUX A. B. et SECHAN Y., 1990.- Proposition de protocole de test insecticide vis-à-vis du crustacé copépode *Mesocyclops aspericornis* Daday 1906. *Bull. Soc. Path. exot.*, 83: 406-407.
- LONEY W., 1844.- Extirpation of dracunculi from the eye. *Lancet*, i: 309.
- LUCAS A. O., ODUNTAN S. O. and GILLES H. M., 1969.- Niridazole in guinea worm infection. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 160: 729-739.
- LYONS G. R., 1972.- Guinea worm infection in the Wa District of North-Western Ghana. *Bull. WHO*, 47: 601-610.
- LYONS G. R., 1973.- The control of guinea worm with abate: a trial in a village of North-West Ghana. *Bull. WHO*, 49 (2): 215-216.
- MACARIO C., 1965.- Traitement de la dracunculose par le 9955 ou Mel W en injection unique - étude préliminaire au traitement de masse (premiers résultats cliniques). *Bull. Soc. Path. exot.*, 58: 1089-1103.
- MACFIE J. W. S., 1920.- tartar emetic in Guinea worm infection. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 14: 127-147.
- MAISONNEUVE. 1845.- Note sur un dragonneau observé à Paris. *Gaz. Hôpitaux Paris*, 7: 31-32.
- MALGAT. 1893.- Filaire ou dragonneau du corps vitré. *Recueil Opht.*, 280-283.
- MANONMANI A. M., VASUKI V. and BALARAMAN K., 1989.- Establishment of a standard test method for determining susceptibility of *Mesocyclops* to different insecticides. *Ind. J. Med. Res.*, 89: 43-47.
- MANSON P., 1905.- lectures on tropical diseases. Constable, London.
- MARGAIRAZ A., ROSIERS M., SCHNEIDER J. et VACHON F., 1963.- Complications neurologiques inédites de filaire: compression

- aiguë de la moelle par épidurite au contact d'une filaire de Médine. *Rev. Neurol.*, 108 (1): 59-61.
- MARIN G. A., 1969.- Calcified guinea worms simulating various orthopaedic conditions. *Int. Surg.*, 51: 117-119.
- MARION M. H., RIVIEREZ M., CHIRAZ J. and PORTA M., 1983.- Spinal cord compression due to guinea worm. A new case. *Rev. Med.*, 24: 901-904.
- MARKELL E. K., 1968.- The caduceus motif and the guinea worm. *J. Amer. Med. Ass.*, 203: 233-234.
- MARTINAUD G., 1923.- Quelques observations sur les différentes méthodes de traitements des vers de Guinée. *Bull. Soc. Path. exot.*, 17 (2): 146-149.
- MATHUR P. P., DHARKER S. R., HIRAN S. and SARDANA V., 1982.- Lumbar extradural compression by guinea worm infestation. *Surg. Neurol.*, 17 (2): 127-129.
- MAYDELL von H. J., 1983.- Arbres et arbustes du sahel. GTZ, Eschborn, 531 p.
- McCONNELL R. E., 1914.- Dracuntiasis or dracunculosis: a review. *J. Trop. Med. Hyg.*, 17: 337-340.
- McLAREN I. A., 1963.- Effects of temperature on growth of zooplankton and the adaptative value of vertical migration. *J. Fish. Res. Board Can.*, 20: 685-727.
- McPHERSON C. N. L., 1981.- The existence of *Dracunculus medinensis* (L., 1758) in Turkana, Kenya. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 75 (5): 680-681.
- MEHTA S. and GUPTA A. N., 1985.- Epidemiological survey of guinea worm infection. *Ind. J. Publ. Hlth.*, 29 (4): 251-256.
- MEHTA S., GUPTA A. N. and SRIVASTAVA R. C., 1982a.- Comparative toxicity of certain non-insecticidal chemicals vis-a-vis *Mesocyclops leuckarti*, the carrier host of Dracunculosis. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, 10 (4): 361-365.
- MEHTA S. and SRIVASTAVA R. C., 1984.- Efficaciousness of certain chemicals to control dracunculiasis: a field trial. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, 12 (3): 291-300.
- METHA S., SRIVASTAVA R. C. and GUPTA A. N., 1982b.- Relative toxicity of some non insecticidal chemicals to the free living larvae Guinea worm (*Dracunculus medinensis*). *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, 10 (4): 397-400.
- MELOME F. et ZOKPE L. J. B., 1987.- Associations filariennes dans deux villages du Zou (Bénin), Comparaison des différentes techniques de diagnostic. Mémoire de fin d'étude. CPU, Univ. Nat. Bénin, Abomey Calvi.
- MITCHELL H., 1859.- Report of a case of guinea worm in the eye. *Lancet*, ii: 533-534.
- MITRA A. K. and HADDOCK D. R. W., 1970.- Paraplegia due to guinea worm infection. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 64: 102-106.
- MONTEIRO B. et HOUNTONDI A., 1982.- Les complications graves de la Dracunculose, à propos d'un cas de paraplégie et d'un cas de tétanos. *Méd. Afr. Noire*, 29 (1): 43-46.
- MONTPELIER J. et ARDOIN E., 1919.- L'arsénobenzol dans le traitement de la dracunculose. *Bull. Soc. Path. exot.*, 12: 730-732.

- MOORTHY V. N., 1935.- The influence of fresh bile on guinea worm larvae encysted in cyclops; a preliminary report. *Ind. Med. Gaz.*, 70: 21-23.
- MOORTHY V. N., 1937.- A redescription of *Dracunculus medinensis*. *J. Parasit.*, 23: 220-224.
- MOORTHY V. N., 1938.- Observations on the development of *Dracunculus medinensis* larvae in cyclops. *Am. J. Hyg.*, 27: 437-460.
- MOORTHY V. N. and SWEET W. C., 1936a.- A note on the experimental infection of dogs with dracontiasis. *Ind. Med. Gaz.*, 71: 437-442.
- MOORTHY V. N. and SWEET W. C., 1936b.- A biological method for the control of dracontiasis. *Indian Med. Gaz.*, 71: 565-568.
- MOORTHY V. N. and SWEET W. C., 1936c.- Guinea worm infection of cyclops in nature. *Ind. Med. Gaz.*, 71: 568-570.
- MOORTHY V. N. and SWEET W. C., 1938.- Further notes on the experimental infection of dogs with dracontiasis. *Am. J. Hyg.*, 27: 301.
- MORARD, 1933.- Au sujet de la dracunculose à Bilma, Niger. *Bull. Soc. Path. exot.* 26: 535-536.
- MORSY T. A. and SEBAI Z. A., 1975.- Dracunculiasis in Saudi Arabia. *J. Egypt. Soc. Parasitol.*, 5: 103-108.
- MOULE L., 1911.- La parasitologie dans la littérature antique. *Arch. Parasit. Paris*, 15: 543-595.
- MRAZEK A., 1898.- Die Copepoden Ost-Afrikas. *Deutsch Ost-Africa*, Band IV, Berlin, 1-10.
- MUKHERJEE S. N., DESHPANDE P. and SHARMA R. N., 1990.- Effect of azadirachtin on *Mesocyclops leuckarti sensu lato*, vector of dracunculiasis. *Ind. J. Med. Res.*, 91, 461-463.
- MULLER R., 1966.- First steps in the laboratory maintenance of *Dracunculus medinensis*. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 60: 431-432.
- MULLER R., 1967a.- The development of *Dracunculus medinensis* in the intermediate host after deep freezing (Demonstration). *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 61: 451-452.
- MULLER R., 1967b.- A historical note on the transmission of *Dracunculus*. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 61: 747-750.
- MULLER R., 1968a.- Studies on *Dracunculus medinensis* (Linnaeus). I. the early migration route in experimentally infected dogs. *J. Helminth.*, 42: 331-338.
- MULLER R., 1968b.- Experimental dracontiasis in animals. *Parasitology*, 58: 7-8.
- MULLER R., 1969.- The fluorescent antibody test in the diagnosis of *Dracunculus* infection. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 63: 18.
- MULLER R., 1970a.- *Dracunculus medinensis*: diagnosis by indirect fluorescent antibody technique. *Exp. Parasitol.*, 27 (3): 357-361.
- MULLER R., 1970b.- Development of *Dracunculus medinensis* after deep freezing. *Nature*, 226: p662.
- MULLER R., 1970c.- Egg division in *Dracunculus medinensis*. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 64: 473.
- MULLER R., 1970d.- Laboratory experiments on the control of cyclops transmitting guineaworm. *Bull. WHO*, 42: 563-567.

- MULLER R., 1971a.- *Dracunculus* and dracunculiasis. *Adv. Parasitol.*, 9: 73-151.
- MULLER R., 1971b.- Studies on *Dracunculus medinensis* (Linnaeus). II. Effect of acidity on the infective larva. *J. Helminth.*, 45: 285-288.
- MULLER R., 1971c.- The possible mode of action of some chemotherapeutic agents in guinea worm disease. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 65: 483-484.
- MULLER R., 1972.- Maintenance of *Dracunculus medinensis* (L.) in the laboratory and observations on experimental infections. *Parasitology*, 64: 107-116.
- MULLER R., 1979.- Guinea worm disease: epidemiology, control and treatment. *Bull. WHO*, 57: 683-689. (Traduction française: *Bull. OMS*, 57: 903-910).
- MULLER R., 1985.- Guinea worm eradication - the end of another old disease ? *Parasitology Today*, 1 (2): 39-58.
- MULLER R. and ELLIS D. S., 1973.- Studies on *Dracunculus medinensis* (Linnaeus). III. Structure of the phasmids in the first-stage larva. *J. Helminth.*, 47: 27-33.
- MULLER R., ELLIS D. S. and BIRD R. G., 1970a.- Electron microscope studies of the phasmids in *Dracunculus medinensis* larvae. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 64: 24.
- MULLER R., FURSE H. and DUCKETT V., 1970b.- Pathology and chemotherapy of *Dracunculus* infection in rhesus monkeys. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 64: 24.
- NAUST E., 1971.- Concerning the structure and reproduction of the guinea worm (*Filaria medinensis* L.) by Aleksej Pavlovich Fedchenko, 1890. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 20: 511-523.
- NOJI E. K., 1985.- Aseptic knee effusion associated with calcified guinea worms. *Ann. Emerg. Med.*, 14: 1119-1121.
- NOSNY N., AURIOL M., DHIAN F. et CARME B., 1977.- Dracunculose pleurale: une localisation inédite de la filaire de Médine. *Méd. Armées*, 5 (10): 897-900.
- NOZAIS J., KANGA P. K., GIORDANO G. et PIQUEMAL., 1974.- Compression médullaire par filaire de Médine. *Rev. Méd. Côte d'Ivoire*, n° 36: 51.
- NUGENT D. A. W., SCOTT D. and WADDY B. B., 1955.- Effect of water point treatments with DDT on the incidence of guineaworm infection. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 49: 476-477.
- NWOSU A. B. C., IFEZULIKE E. O. and ANYA A. O., 1982.- Endemic dracontiasis in Anambra state of Nigeria: geographical distribution, clinical features, epidemiology and socio-economic impact of the disease. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 76 (2): 187-200.
- ODAIBO S. K., AWOGON I. A. and OSHAGBEMI K., 1986.- Paraplegia complicating dracontiasis. Clinical notes. *J. Roy. Col. Surg. Edin.*, 31 (6): 376-378.
- ODUNTAN S. O., LUCAS A. O. and GILLES H. M., 1967.- Treatment of dracontiasis with Niridazole. *Lancet*, ii: 73-75.
- OFOEZIE I. E. and ADENIYI I. F., 1990.- The prevalence and endemicity of dracunculiasis in Akowide village, Oyo State, Nigeria. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 84 (2): 163-169.
- OMS, 1982.- Surveillance de la dracunculose. *Relevé epidem. hebd.*, 57: 65-72.

- OMS, 1983.- Surveillance de la dracunculose. *Relevé épidem. hebd.*, 58: 249-250.
- OMS, 1984a.- Surveillance de la dracunculose (Bénin, Côte d'Ivoire, Togo). *Relevé épidem. hebd.*, 59: 325-327.
- OMS, 1984b.- Surveillance de la dracunculose: Ouganda. *Relevé épidem. hebd.*, 59: 69-71.
- OMS, 1984c.- Surveillance de la dracunculose: Inde. *Relevé épidem. hebd.*, 59: 149-150.
- OMS, 1984d.- Surveillance de la dracunculose. *Relevé épidem. hebd.*, 59: 69-76.
- OMS, 1984e.- Surveillance de la dracunculose: Nigéria. *Relevé épidem. hebd.*, 59: 291-293.
- OMS, 1985a.- Dracunculose: Pakistan. *Relevé épidem. hebd.*, 60: 32-33.
- OMS, 1985b.- Dracunculose: bilan de la surveillance mondiale - 1984. *Relevé épidem. hebd.*, 60: 61-65.
- OMS, 1985c.- Dracunculose: Côte d'Ivoire. *Relevé épidem. hebd.*, 60: 207-209.
- OMS, 1985d.- Dracunculose: Nigéria. *Relevé épidem. hebd.*, 60: 263-266.
- OMS, 1985e.- Dracunculose: Inde. *Relevé épidem. hebd.*, 60: 361-363.
- OMS, 1986a.- Dracunculose: bilan de la surveillance mondiale - 1985. *Relevé épidem. hebd.*, 61: 29-32.
- OMS, 1986b.- Conférence régionale sur la dracunculose en Afrique. *Relevé épidem. hebd.*, 61: 321-324.
- OMS, 1987a.- Dracunculose: Soudan. *Relevé épidem. hebd.*, 62: 127-129.
- OMS, 1987b.- Dracunculose: Côte d'Ivoire. *Relevé épidem. hebd.*, 62: 169-170.
- OMS, 1987c.- Surveillance de la dracunculose: Togo. *Relevé épidem. hebd.*, 62: 205-206.
- OMS, 1987d.- Dracunculose: bilan de la surveillance mondiale - 1986. *Relevé épidem. hebd.*, 62: 337-339.
- OMS, 1988a.- Dracunculose. Deuxième conférence régionale sur la dracunculose en Afrique. *Relevé épidem. hebd.*, 63: 139-142.
- OMS, 1988b.- Dracunculose: bilan de la surveillance mondiale - 1987. *Relevé épidem. hebd.*, 63: 375-379.
- OMS, 1989a.- Dracunculose: Ghana. *Relevé épidem. hebd.*, 64: 16-19.
- OMS, 1989b.- Dracunculose: Bénin. *Relevé épidem. hebd.*, 64: 70-73.
- OMS, 1989c.- Dracunculose: Inde. *Relevé épidem. hebd.*, 64: 159-162.
- OMS, 1989d.- Dracunculose: Nigéria. *Relevé épidem. hebd.*, 64: 207-210.
- OMS, 1989e.- Dracunculose: bilan de la surveillance mondiale - 1988. *Relevé épidem. hebd.*, 64: 297-300.
- OMS, 1990a.- Dracunculose: Burkina-Faso. *Relevé épidem. hebd.*, 65: 125-126.
- OMS, 1990b.- Dracunculose: Inde. *Relevé épidem. hebd.*, 65: 149-151.
- OMS, 1990c.- Dracunculose: bilan de la surveillance mondiale, 1989. *Relevé épidem. hebd.*, 65: 229-233.

- OMS, 1990d.- Dracunculose: Troisième conférence régionale sur la dracunculose en Afrique. *Relevé épidem. hebd.*, 65: 245-248.
- OMS, 1990e.- Dracunculose: Ghana. *Relevé épidem. hebd.*, 65: 267-269.
- OMS, 1990f.- Dracunculose: Pakistan. *Relevé épidem. hebd.*, 65: 307-309.
- OMS, 1990g.- Groupe spécial international pour l'éradication des maladies. *Relevé épidem. hebd.*, 65: 369-372.
- OMS, 1990h.- Dracunculose: Nigéria. *Relevé épidem. hebd.*, 65: 385-387.
- OMS, 1991a.- Dracunculose: Pakistan. *Relevé épidem. hebd.*, 66: 41-43.
- OMS, 1991b.- Dracunculose. *Relevé épidem. hebd.*, 66: 173-174.
- OMS, 1991c.- Dracunculose. Bilan de la surveillance mondiale, 1990. *Relevé épidem. hebd.*, 66: 225-230.
- OMS, 1991d.- Résolution WHA44.5: Eradication de la dracunculose.
- OMS, 1991e.- Dracunculose. Première réunion des administrateurs de programmes nationaux. *Relevé épidem. hebd.*, 66: 313-314.
- ONABAMIRO S. D., 1950.- A technique for studying infection of *Dracunculus* in cyclops. *Nature*, 165: 31.
- ONABAMIRO S. D., 1951.- The transmission of *Dracunculus medinensis* by *Thermocyclops nigerianus* as observed in a village in South West Nigeria. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 45: 1-10.
- ONABAMIRO S. D., 1952a.- On the diurnal migration and seasonal fluctuation in the numbers of *Thermocyclops nigerianus* Kiefer, in a Nigerian pond. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 46 (1): 38-47.
- ONABAMIRO S. D., 1952b.- The geographical distribution and clinical features of *Dracunculus medinensis* in South-West Nigeria. *West Afr. Med. J.*, 1: 159-165.
- ONABAMIRO S. D., 1952c.- Four new species of cyclops *sensu lato* (Crustacea, Copepoda) from Nigeria. *Proc. Zool. Soc. London*, 122 (1): 253-266.
- ONABAMIRO S. D., 1954.- The diurnal migration of cyclops infected with the larvae of *Dracunculus medinensis* (L.) with some observations on the development of the larval worms. *West Afr. Med. J.*, 3: 180-194.
- ONABAMIRO S. D., 1956a.- The effects of hetrazan (Banocide®: diethylcarbamazine) on the larval form of *Dracunculus medinensis*. *West Afr. med. J.*, 5: 64-70.
- ONABAMIRO S. D., 1956b.- Some new species of cyclops *sensu lato* (Crustacea, Copepoda) from Nigeria. *J. Linn. Soc. Zool.*, 43 (290): 123-133.
- ONABAMIRO S. D., 1956c.- The early stages of the development of *Dracunculus medinensis* (L.) in the mammalian host. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 50 (2): 157-166.
- ONWULIRI C. O. E., ADEIYONGO C. M. and ANOSIKE J. C., 1990.- Guinea worm infections in Oju and Okpokwu LGAs of Benue State, Nigeria. *Nigerian J. Parasitol.*, 9-11: 27-32.
- ONWULIRI C. O. E., BRAIDE E. I., ANOSIKE J. C. and AMAEFUNA J. C., 1990.- Dracunculiasis in Bauchi State, Nigeria. *Nigerian J. Parasitol.*, 9-11: 21-26.
- OSISANYA J. O. S., ELUEZE E. I., OKORO F. I., 1986.- Dracontiasis: pattern of morbidity in a North-Western village in

- Sokoto State, Nigeria. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 80 (2): 293-294.
- PADONU K. O., 1973a.- A controlled trial of metronidazole in the treatment of dracontiasis in Nigeria. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 22 (1): 42-44.
- PADONU K. O., 1973b.- A controlled trial of metronidazole in the treatment of dracontiasis in Nigeria. *Trop. Geogr. Med.*, 25: 178-181.
- PANCIERA D. L. and STOCKMAN S. L., 1988.- *Dracunculus insignis* infection in a dog. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 192 (1): 76-78.
- PARDANANI D. S. and KOTHARI M. L., 1971.- Studies of guinea worm (*Dracunculus medinensis*). Intra-uterine development of the larvae. *J. Postgrad. Med.*, 17 (3): 97-102.
- PARDANANI D. S., TRIVEDI V. D., JOSHI L. G., DAULATRAM J. and NANDI J. S., 1977.- Metronidazole (Flagyl®) in dracunculiasis: a double blind study. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 71: 45-52.
- PATNAIK K. C. and KAPOOR P. N., 1967.- Incidence and endemicity of guinea worm in India. *Ind. J. Med. Res.*, 55: 1231-1242.
- PAUL J. E., ISELY R. B. and GINSBERG G. M., 1986.- Cost-effective approaches to the control of dracunculiasis. WASH Technical Report, n° 38: 79 p.
- PAUL R. C., MATHUR A. B. L., PAL S. P., and RAO C. K., 1981.- Guinea worm disease in selected rural areas of Dungarpur District, Rajasthan. *J. Com. Dis.*, 13 (3): 207-210.
- PAUL R. C., SAHAI R., GUPTA S. N. and al., 1983.- A note on the relative merits of metronidazole and mebendazole against dracunculiasis in the field. *J. Com. Dis.*, 15 (1): 68-70.
- PENDSE A. K., SHARMA A. K. and MEWARA P. C., 1987.- *Dracunculus* orchitis: a case report. *J. Trop. Med. Hyg.*, 90: 153-154.
- PENDSE A. K., SONI B. M., OMPRAKASH R. and GUPTA S. P., 1982.- Testicular dracunculosis - a distinct clinical entity. *Br. J. Urol.*, 54 (1): 56-58.
- PEREIRA V., 1877.- Transport de la filaire de Médine en Amérique par les nègres d'Afrique. Preuves de son endémicité dans la province de Bahia et de son introduction dans le corps humain par l'estomac. *Arch. Méd. Nav.*, 28: 295-302.
- PERRUDET-BADOUX A., BOITEAU A. et GENTILINI M., 1984.- Filaire de Médine, sérodiagnostic différentiel par ELISA. *Pathol. Biol.*, 32: 182-184.
- PETIT M. M., DENIAU M., TOUPTE-SCHAEFER et AMEGBO K., 1989.- Etude épidémiologique longitudinale de la dracunculose dans le sud Togo. *Bull. Soc. Path. exot.*, 82: 520-530.
- PEYROT J., 1905.- Oniric delirium and guinea worm. *J. Med.*, 95: 940-941.
- PEYROT J., 1919.- On a case of antenephrotic abscess caused by dracunculiasis. *J. Med.*, 49: 308-310.
- PIERON R., PUEL M., LESOBRE B., ZURBACH J. et MAFART Y., 1983.- Aspects thérapeutique et économique de la dracunculose dans un hôpital parisien. *Sem. Hôp. Paris*, 59 (35): 2457-2464.
- PINARD E. et BOYE, 1904.- Guyane française, géographie médicale. *Ann. Hyg. Méd. Colon.*, 475-520.
- PIRAME Y. et BECQUET R., 1963.- Dracunculose et tétanos. A propos de 15 observations. *Bull. Soc. Path. exot.*, 56 (3): 469-473.

- PRADHAN Y. M., 1930.- Observations on experiments designed to combat dracontiasis in an endemic area by col. Morison's method of "Liming wells". *Ind. J. Med. Res.*, 18 (2): 443-465.
- PROD'HON J., 1978.- Résultats des déterminations de copépodes récoltés au cours de l'enquête sur la dracunculose dans la région de Torodi (République du Niger). Déterminations effectuées par B. Dussart. Doc. Tech. OCCGE, 6724: ? p.
- PROD'HON J., MONGIN C. et SIMONKOVICH E., 1977.- Enquête sur la dracunculose dans la région de Torodi (République du Niger), Novembre 1976. Doc. Tech. OCCGE, 6675: 25 p.
- PROD'HON J., OVAZZA L. et SELLIN B., 1978a.- Enquête sur la dracunculose dans la région de Sélibaby (République Islamique de Mauritanie), Novembre 1977. Doc. Tech. OCCGE, 6674: 18 p.
- PROD'HON J., OVAZZA L. et SELLIN B., 1978b.- Enquête sur la dracunculose dans les régions de Yélimane, Niore du Sahel et Nara (République du Mali). Novembre 1977. Doc. Tech. OCCGE, 6674: 18p.
- RAFFI P. and DUTZ W., 1967.- Urogenital dracunculiasis: review of the literature and report of 3 cases. *J. Urol.*, 97: 542-543.
- RAFFIER G., 1965.- Activité du CIBA 32644 BA dans la dracunculose. *Acta Tropica*. 22 (4): 350-353.
- RAFFIER G., 1966.- Note préliminaire sur l'activité d'un nouvel anti-helminthique dans la Dracunculose. Essai d'éradication prophylactique. *Méd. Trop.*, 26 (1): 39-46.
- RAFFIER G., 1967.- Activité du thiabendazole dans la dracunculose. *Méd. Trop.*, 27 (6): 673-678.
- RAFFIER G., 1969a.- Activity of niridazole in dracontiasis. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 160: 720-728.
- RAFFIER G., 1969b.- Activité du thiabendazole dans la dracunculose. *Bull. Soc. Path. exot.*, 62 (3): 581-593.
- RAFFIER G., 1971.- La Dracunculose: contribution à l'étude de l'épidémiologie, du traitement et de la prophylaxie de cette endémie. Mém. E. N. S. P., Rennes, 185 p.
- RAFFIER G. et KONAN KOUASSI R., 1965.- Etude de l'activité du produit Spécia "Trimélarsan" contre la dracunculose. Essai d'éradication. Prophylaxie par le zirame. Doc. Tech. OCCGE, 6826.
- RAMAKRISHNA J., 1985.- Illness behavior in guinea worm disease. *Intl. Qrtly. Commun. Hlth. Educ.*, 6 (2): 102-114.
- RAMAKRISHNAN N. R. and RATHNASWAMY G. K., 1953.- Use of DDT for control of cyclops breeding and as an anti-dracontiasis measure. *Ind. Med. Gaz.*, 88: 386-390.
- RAMOS GARCIA A., PEREZ AVILA J., MONTALVO ALVAREZ G. and PEREZ RAMOS E., 1984.- Dracunculosis report of a case with a single localisation. *Rev. Cubana. Med. Trop.*, 36 (1): 18-21.
- RAMSAY G. W., 1935.- Observations on an intradermal test for dracontiasis. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 28: 399-404.
- RANQUE P., DEGOGA I. S., TOUNFARA A., BALIQUE H. et QUILICI M., 1979.- Répartition de la dracunculose au Mali. Etude des biotopes à Cyclops. *Méd. Trop.*, 39 (5): 545-548.
- RAO C. K. and REDDY G. V. M., 1965.- Dracontiasis in Godavari and Kurnol District, Andhra Pradesh. *Bull. Indian Soc. Malaria Commun. Dis.*, 2: 565-568.

- RAO C. K., KUMAR S., JAIN M. L., JAIRAJ D., NARASIMHAM M. V., MATHUR A. B., APPA RAO M. C. and RAO C. K., 1982.- Control of cyclops with temephos in guinea worm endemic villages in Andhra Pradesh and Rajasthan. *J. Com. Dis.*, 14 (1): 36-40.
- RAO C. K., PAUL R. C., SHARMA M. I. D. and SHARAD KUMAR., 1981.- Guinea worm disease in India - Current status and strategy of its eradication. *J. Com. Dis.*, 13 (1): 1-7.
- RAO C. K., RUSSEL S., SHARMA S. K. and al., 1979.- Dracontiasis in West Godavari District - Andhra Pradesh. *J. Com. Dis.*, 11: 37-40.
- RAO S. R., 1942.- Some epidemiological factors of guinea worm disease as noticed in a recent survey of the Osmanabad District. *J. Ind. Med. Assoc.*, 11: 329-337.
- RAO S. S., 1936.- The effect of gastric juice and of bile on cyclops infected with guinea worm larvae. *Ind. J. Med. Res.*, 24: 535-540.
- RASH D. M. and BENZON S. P., 1981.- Dracunculosis in a dog. *Modern Vet. Practice*, Sept. 81: 701.
- REDDY C. R. R. M. and SIVARAMAPPA M., 1968.- Guinea worm arthritis of knee joint. *Brit. Med. J.*, i: 155-156.
- REDDY C. R. R. M., MURTHY D. P., DEVI C. S., DEVI L. S. and SIVARAMAPPA M., 1970.- Pathology of acute guinea worm synovitis. *J. Trop. Med. Hyg.*, 73 (2): 28-32.
- REDDY C. R. R. M., NARASIAH I. L. and PARVATHI G., 1969a.- Epidemiological studies on guinea worm infection. *Bull. WHO*, 40: 521-529.
- REDDY C. R. R. M., PARVATHI G. and SIVARAMAPPA M., 1969b.- Adhesion of white blood cells to guinea worm larvae. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 18: 379-381.
- REDDY C. R. R. M., REDDY M. M. and SIVAPRASAD M. D., 1969c.- Niridazole (Ambilhar^a) in the treatment of dracunculiasis. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 18: 516-519.
- REDDY C. R. R. M., REDDY N. V., REDDY M. and SULACHANA G., 1969d.- Scrotal dracunculiasis. *J. Urol.*, 101: 876-880.
- REDDY C. R. R. M., SITA DEVI C., MADDULETI REDDY and VERRABHADRA REDDY N., 1969e.- Dracontiasis: review of surgical problems and treatment. *Int. Surg.*, 52: 481-488.
- REDDY C. R. R. M., SIVAPRASAD M. D., PARVATHI G. and CHARI P. S., 1968.- Calcified guinea worm: clinical, radiological and pathological study. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 62: 399-406.
- REDDY C. R. R. M. and VALLI V. V., 1967.- Extradural guineaworm abscess. Report of two cases. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 16 (1): 23-25.
- REDDY N. B. and SRINIVASAN T., 1985.- *Dracunculus medinensis* presenting as larva migrans. *Trop. Doct.*, 15 (3): 148-149.
- RENAPURKAR D. M. and DESHMUKH P. B., 1983.- *Acorus calamus* as a cyclopcide. *Bull. Haffkine Inst.*, 11 (2): 25-28.
- RICHARDS F. and HOPKINS D., 1989.- Surveillance: the foundation for control and elimination of dracunculiasis in Africa. *Int. J. Epidemiol.*, 18: 934-943.
- RIOU M., 1934.- Localisation inhabituelle du ver de Guinée, avec présence de nombreuses larves dans le pus. *Bull. Soc. Path. exot.*, 27: 86-87.

- RIPERT C., ROCHE B., COUPRIE B., PATUANO E., SAME-EKOBO E et KOLLO B., 1987.- Epidémiologie de la dracunculose dans les monts Mandara (Nord Cameroun). Organisation d'une campagne de lutte. *Méd. Trop.*, 47 (2): 133-139.
- RIPERT C., SAME-OKOBO A., ENYONG P. and PALMER D., 1979.- Evaluations des répercussions sur les endémies parasitaires (Malaria, Bilharziose, Onchocercose, Dracunculose) de la construction de 57 barrages dans les Monts Mandara. *Bull. Soc. Path. exot.*, 72 (4): 324-339.
- ROBINEAU M. et SERENI D., 1978.- Arthrite aiguë du genou avec présence intra-articulaire de microfilaires de *Dracunculus medinensis*. Evolutions clinique et immunologique comparées. A propos d'un cas. *Bull. Soc. Path. exot.*, 71 (1): 85-89.
- ROUBAUD E., 1913.- Observations sur la biologie du ver de Guinée. Infection intestinale des cyclops. *Bull. Soc. Path. exot.*, 6: 281-288.
- ROUBAUD E., 1920.- Nouvelle contribution à l'histoire du ver de Guinée. *Bull. Soc. Path. exot.*, 13: 254-260.
- ROUNDY R. W., 1985.- Clean water provision in rural areas of less developed countries. *Soc. Sci. Med.*, 20: 293-300.
- ROUSSEL L., 1987.- Dracunculose lombaire. A propos d'un cas. *Méd. Trop.*, 47 (1): 69-90.
- ROUSSET P., 1952.- Essai de prophylaxie et de traitement de la dracunculose par la Notézine® en Adrar. *Bull. Soc. Méd. Afr. Occ. Fr.*, 9: 351-358.
- ROY G. C., 1972.- Persistent Guinea worm infection in a village in west Bengale. *Bull. WHO*, 47: 601-610.
- RZOSKA J., 1961.- Observations on tropical rainpools and general remarks on temporary waters. *Hydrobiologia*, 17: 265-286.
- SAHBA G. H., ARFAA F., FARDIN A. and ARDALAN A., 1973.- Studies on dracontiasis in Iran. *Am. J. Trop. Méd. Hyg.*, 22 (3): 343-347.
- SALAMI O. F., OGUNRINADE A. F. and KALE O. O., 1991.- Effect of an alcohol solution (palmwine) on the survival of *Thermocyclops oblongatus*, intermediate host of *Dracunculus medinensis* in Nigeria. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 85: 281.
- SANGHVI P. K., 1989.- Epidemiological studies on guinea worm in some newly discovered villages of Jhabua District, India and test of carica papaya leaves of guinea worm infection. *Ind. J. Med. Sci.*, 43 (5): 123-124.
- SARASWAT N. and KHANNA P., 1985.- Tackling the guinea worm problem in India. *World Hlth. Forum*, 6: 130-131.
- SASTRY S. C. and KUMAR K. J., 1978.- *Dracunculus* of pancreas. A case report. *Ind. J. Path. Microbiol.*, 21: 81-83.
- SASTRY S. C., JAYAKUMAR K., LAKSHMINARAYANA V. and RAO V. N. S., 1978a.- Abate - its value as a cyclopscide. *J. Trop. Med. Hyg.*, 81: 156-158.
- SASTRY S. C., KUMAR J. K. and LAKSHMINARAYANA V., 1978b.- The treatment of dracontiasis with thiabendazole. *J. Trop. Med. Hyg.*, 81: 32-35.
- SASTRY S. C., RAMAKRISHNAN RAO Y., CHANDRASEKHAR M. and RANGA REDDY S. V., 1975.- Involvement of penis in dracunculosis: report of 3 cases with a review of literature on other unusual sites. *Ind. J. Surg.*, 37: 214-216.

- SASTRY S. C., RAO Y. R. K. and NARAYANA D. L., 1974.- Metronidazole in the treatment of dracunculosis. *J. Ind. Med. Ass.*, 62: 412-414.
- SAULNIER de PIERRELEVEE D. P., 1845.- Observations sur le ver de Guinée en Amérique. *Gaz. Hôp. Paris*, 7: 37-38.
- SAXENA V. K., TYAGI V. K. and KAUL S. M., 1990.- Calculation of water volume in step wells for cyclopicide application. Eco-epidemiological implication: mathematical validation of some theoretical considerations. *J. Com. Dis.*, 21 (3): 222-228.
- SCOTT D., 1960.- An epidemiological note on guinea worm infection in North West Ashanti, Ghana. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 54: 32-43.
- SEHGAL K.L., 1983.- Planktonic copepods of freshwater ecosystem. Environmental Science Series, Interprint, New Delhi: 169 p.
- SEHGAL S., SHARMA R. S. and KAUL S. M., 1988.- Current status of guinea worm eradication programme in India. *Commun. Dis. Bull.*, 5: 1-17.
- SELBY P., 1990.- Eradication of Guinea worm disease. *Lancet*, i: 782-783.
- SHAFEI A. Z., 1976.- Preliminary report on the therapeutic effect of mebendazole in guinea worm infection. *J. Trop. Med. Hyg.*, 79: 197-200.
- SHARMA M. I. D., 1980.- Lessons learnt from the intensified campaign against smallpox in India and their possible applicability to other health programmes, with particular reference to eradication of dracunculiasis. *J. Com. Dis.*, 12 (2): 59-64.
- SHARMA M. I. D. and RAO C. K., 1981.- A newly designed device for sampling cyclops densities. *J. Com. Dis.*, 13: 227-234.
- SHARMA R. N., PATWARDHAN S. A., TUNGIKAS V. B. and DESHPANDE S. E., 1989.- Cyclopicidal activity of some new insect growth regulators. *Ind. J. Exp. Biol.*, 27: 1109-1110.
- SHARMA S. K., 1984.- Ecological studies on cyclops species with special reference to population dynamics of *Mesocyclops leuckarti* (Claus) in Delhi Region. *J. Com. Dis.*, 16 (2): 113-121.
- SHARMA S. K. and WATTAL B. L., 1981a.- Laboratory studies on the biology of *Mesocyclops leuckarti* (Claus). *J. Com. Dis.*, 13 (2): 115-120.
- SHARMA S. K. and WATTAL B. L., 1981b.- Faunistic studies on Indian cyclops with special reference to Delhi Region. *J. Com. Dis.*, 13 (1): 8-16.
- SHARMA S. K., SEHGAL S., RAHMAN S. J., KUMAR A., WANARE N. S. and BELAMBEA. R., 1989.- Involvement of *Mesocyclops leuckarti* (Claus) in the transmission of Guinea worm infection in Thane Dist. Maharashtra. *J. Com. Dis.*, 21: 365-367.
- SHARMA S. K., WATTAL B. L., SHARMA S. and JOSHI G. C., 1981.- Susceptibility status of *Mesocyclops leuckarti* (Claus) to synthetic insecticides under laboratory conditions. *J. Com. Dis.*, 13 (4): 222-226.
- SHARMA V. P., RATHORE H. S. and SHARMA M. M., 1979.- Efficacy of metronidazole in dracunculiasis. A clinical trial. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 28: 658-660.

- SHIRCORE J. O., 1951.- A case of guinea worm (Uganda). *East Afr. Med. J.*, 28: 292.
- SILBERSTEIN A. J., 1979.- Hyperendémicité dracunculienne. *Ann. Soc. belge. Méd. Trop.*, 59 (1): 93-94.
- SIMAGA D., MENYE P., DIOP A. and SANOU A., 1971.- Une complication majeure de la dracunculose: ulcère phagédénique cancérisé. *Bull. Soc. Méd. Afr. Ouest*, 16 (3): 341-343.
- SINGER C., 1912.- On certain early references to dracontiasis, the guinea worm disease. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 6: 386-392.
- SIVARAMAPPA M., REDDY C. R. R. M., SITA DEVI C., REDDY A. C., REDDY P. K. and MURTHY D. P., 1969.- Acute guinea-worm synovitis of the knee joint. *J. Bone Joint Surg.*, 51: 1324-1330.
- SITA DEVI C., DEVASANKARAI AH. NARASIAH I. L., REDDY C. R. R. M. and RAO V., 1969a.- Role of gastric acidity in guinea worm infection. *Ind. J. Med. Res.*, 57: 1850-1855.
- SITA DEVI C., MURTHY D. P. and REDDY C. R. R. M., 1969b.- Development of enzyme activity in the guinea worm larvae. *Ind. J. Med. Res.*, 57: 2092-2097.
- SMITH D. J. N. and SIDDIQUE F. H., 1965.- Calcified guinea worm in the broad ligament of a pregnant mother. *J. Obstet. Gynaec. Brit. Commonw.*, 72 (5): 808-809.
- SMITH G. S., BLUM D., HUTTLY S. R. A., OKEKE N., KIRKWOOD B. R. and FEACHEM R. G., 1989.- Disability from dracunculiasis: effect on mobility. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 83 (2): 151-158.
- SOAKOUDE Y., 1986.- Etude comparée de la toxicité de quelques insecticides ou antiseptiques sur les cyclopidés du Bénin. Mémoire de fin d'étude, CPU, Univ. Nat. Bénin, Abomey-Calvi, 70 p.
- SOUTHWELL T. and KIRSHNER A., 1938.- Some observations on guinea worm larvae. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 32: 193-196.
- SPIERS R. E. and BAUM A. H., 1953.- Dracunculosis (autochthonous in USA). *J. Kansas Med. Soc.*, 54: 553-554.
- SRIDHAR M. K. C., KALE O. O. and ADENIYI J. D., 1985.- A simple sand filter to reduce guinea worm disease in Nigeria. *Walterlines*, 4 (2): 16-19.
- STEFANOPOULO G. J. and DANIAUD J., 1940.- Réaction de fixation du complément et intradermoréaction au cours de la filariose humaine à *Dracunculus medinensis*. *Bull. Soc. Path. exot.*, 33: 149-153.
- STEIB K., 1985.- Epidemiologie und vectorokologie der Dracunculose in Ober Volta (Burkina Faso), Westafrika. Diss. Dok. Naturwissen., Heidelberg: 281 p.
- STEIB K., 1987.- The influence of climatological and ecological factors on the occurrence of dracunculiasis. *Heidelberger Geographische Arbeiten*, 83: 114-134.
- STEIB K. and MAYER P., 1988.- Epidemiology and vectors of *Dracunculus medinensis* in northwest Burkina Faso, West Africa. *Ann. Trop. Med. Parasitol.*, 82 (2): 189-199.
- STEIB K., OUEDRAOGO J. B., GUIGUEMDE T. R., GBARY A. R. et CHIPPAUX J.-P., 1986.- Les vecteurs du ver de Guinée en Afrique. *Etudes Médicales*, n° 2: 87-94.
- STELLING C. B., 1982.- Dracunculiasis presenting as sterile abscess. *Am. J. Roent.*, 138 (6): 1159-1161.

- STICH H. B. and LAMPERT W., 1981.- Predator evasion as an explanation of diurnal vertical migration by zooplankton. *Nature*, 293: 396-397.
- SULEIMAN M. M. and ABDULLAHI K., 1990.- Guinea worm infection in Kiri-Manai Village, Sokoto. *Nigerian J. Parasitol.*, 9-11: 13-16.
- SULLIVAN J. J. and LONG E. G., 1988.- Synthetic-fibre filters for preventing dracunculiasis: 100 versus 200 micrometre pore size. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 82: 465-466.
- SZCZYGIEL B. and TALFI I., 1973.- Calcified guinea worm in radiological pictures. *Przegl. Lek.*, 30 (8): 696-699.
- TEN EYCK D. R., 1971.- Report of an outbreak of dracunculiasis in Ethiopia. *Ethiop. Med. J.*, 9 (3): 149-152.
- THOMSON I. G., 1956.- The pathogenesis of tropical ulcer amongst the Hausas of Northern Nigeria. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 50: 485-495.
- TOURNIER E., 1922.- Le traitement du ver de Guinée par les sels d'antimoine. *Bull. Soc. Path. exot.*, 15: 809-815.
- UDONSI J. K., 1987a.- Control of endemic dracontiasis by provision of water supply in rural communities of Imo State, Nigeria. *Publ. Hlth.*, 101 (1): 63-70.
- UDONSI J. K., 1987b.- Dracontiasis in the Igwun River Basin, Nigeria: its distribution, epidemiology, and transmission dynamics. *Trop. Med. Parasitol.*, 38 (4): 304-308.
- UGWU A. A. and NWAORGU O. C., 1990.- Dracunculiasis in Ndeaboh, Awgu LGA, Anambra State, Nigeria. *Nigerian J. Parasitol.*, 9-11: 17-20.
- VAN DE VELDE I., 1984.- Revision of the African species of the genus *Mesocyclops* Sars, 1914 (Copepoda, cyclopidae). *Hydrobiologia*, 109: 3-66.
- VAN OEFELE F., 1901.- Studies on ancient Egyptian parasitology. *Arch. Parasit.*, 4: 481-530.
- VERMA A. K., 1968.- Ocular dracontiasis. *Int. Surgery*, 50: 508-509.
- WARD W. B., BELCHER D. W., WURAPA F. K. and PAPPOE M. E., 1979.- Perception and management of guinea worm disease among Ghanaian Villagers. A framework for differential health education planning. *Trop. Geogr. Med.*, 31 (1): 155-164.
- WARNER R. S., KALLET S., ROWAN R. and REDDY M., 1976.- Calcified parasite in retroperitoneum. *Urology*, 7: 214-215.
- WATTS S. J., 1986a.- The comparative study of patterns of guinea worm prevalence as a guide to control strategies. *Soc. Sci. Med.*, 23 (10): 975-982.
- WATTS S. J., 1986b.- Human behaviour and the transmission of dracunculiasis: a case study from the Ilorin area of Nigeria. *Int. J. Epidemiol.*, 15 (2): 252-256.
- WATTS S. J., 1987a.- Population mobility and disease transmission: the example of guineaworm. *Soc. Sci. Med.*, 25 (10): 1073-1081.
- WATTS S. J., 1987b.- Dracunculiasis in Africa in 1986: its geographical extent, incidence, and at risk population. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 37 (1): 121-127.
- WATTS S. J. and EDUNGBOLA L. D., 1987.- The distribution and ecology of Guinea worm disease in Nigeria, with special

- reference to Kwara State. In : " Health and Disease in Tropical Africa.", 193-201.
- WATTS S. J., BRIEGER W. R. and YACOOB M., 1989.- Guinea worm: an in-depth study of what happens to mothers, families, and communities. *Soc. Sci. Med.*, **29**: 1043-1049.
- WENIGER B. G. 1983.- The control of Dracunculiasis in Benin during the water decade, 1981-1990. Rapport de mission. CDC Atlanta: 70 p.
- WRIGHT R. E., 1924.- Encysted guinea worm of the orbit. *Indian Med. Gaz.*, **59**: 458-459.
- WYATT J. L. and WYATT G. B., 1967.- An analysis of the patients seen at Igbo Ora Rural health centre, Nigeria, during the year from july 1964 to june 1965. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, **61**: 224-233.
- YACOOB M., BRIEGER W. R. and WATTS S., 1989.- Primary health care: why has water been neglected ? *Health Policy and Planning*, **4**: 328-333.
- YACOOB M., BRIEGER W. R. and WATTS S., 1990.- What happened to Guinea worm control ? An issue of water quality and health improvements. *Water Intl.*, **15**: 27-34.
- ZAMAN V., CONNOR D. H. and AHMED M., 1985.- A dracunculosis case with unusual presentation from Pakistan. *Acta Tropica*, **42** (2): 195-196.
- ZARET T. M. and SUFFERN J. S., 1976.- Vertical migration in zooplankton as a predator avoidance mechanism. *Limnol. and Oceanogr.*, **21**: 804-813.

**La dracunculose en savane arborée au Bénin.
Etude systématique, épidémiologique
et moyens à mettre en oeuvre pour son élimination.**

Un passage hebdomadaire a été effectué entre 1985 et 1989, dans quatre villages du centre Bénin. Il a permis d'étudier la transmission de *Dracunculus medinensis* et d'évaluer les stratégies de lutte proposées contre cette helminthiase dermique.

Dans les mares villageoises, une transmission prolongée s'effectue en saison sèche avec *Thermocyclops oblongatus* et *T. prolatus* comme hôtes intermédiaires. Dans les retenues de barrage, la transmission, assurée en saison sèche essentiellement par *T. emini*, est brève.

Aucun paramètre physico-chimique, en dehors de la température, n'a présenté de corrélation avec les densités d'hôtes intermédiaires. Toutefois, les milieux aquatiques confinés se révèlent plus favorables à la transmission.

La densité minimale de cyclopidés nécessaire pour assurer une transmission stable peut être évaluée à 1 cyclopidés par litre. Il ne semble pas qu'il y ait de relation entre la densité de cyclopidés et l'incidence.

Sept cent vingt cas de dracunculose ont été examinés entre 1985 et 1989. 90 % des émergences se situent au niveau des membres inférieurs. Des complications ont été observées dans 57,5 % des cas entraînant une incapacité chez 44,7 % des malades. La perte de temps de travail correspond à 7,5 % du temps actif. L'entraide villageoise permet de maintenir le niveau des revenus. L'absentéisme scolaire, lié à l'incapacité ou au remplacement des adultes, est élevé. Le coût de la dracunculose a été évalué à 15 % des revenus annuels.

Les antihelminthiques sont inefficaces. Le téméphos est actuellement le seul cyclopicide utilisable pour la lutte antivectorielle. L'approvisionnement en eau potable est essentiel. Toute stratégie de lutte doit être associée à une éducation pour la santé.