

Évaluation du rôle des mares temporaires dans la transmission de la dracunculose

*Étude de la dormance des Cyclopidés dans une région hyperendémique du Bénin**

Jean-Philippe CHIPPAUX (1) et Bernard LOKOSSOU (2)

RÉSUMÉ

Les auteurs ont effectué des prélèvements de sédiments dans des mares asséchées à des profondeurs allant de 0 à 50 cm pour évaluer l'importance de la levée de dormance des Cyclopidés et son rôle dans le repeuplement des mares temporaires en hôtes intermédiaires de la dracunculose. Soixante-douze échantillons d'un litre de terre, provenant de 16 mares dans sept localités du Bénin (Afrique de l'Ouest), ont été analysés.

La moitié des échantillons de sédiments ont libéré des copépodes. Dans 95% de ces échantillons, les premiers Cyclopidés sont apparus, au stade copépodite IV, au cours des 24 premières heures. Il n'y a pas de gradient de densité de Cyclopidés en fonction de la profondeur jusqu'à 35 cm au-dessous du niveau du sol.

Nous avons retrouvé des Cyclopidés dans des sols contenant entre 40% et 99% d'humidité, avec un pH variant de 4,8 à 6,7. Les sols argileux, surtout ceux riches en matière organique, semblent les plus favorables au maintien en dormance des Cyclopidés. Aucune des espèces hôtes intermédiaires observées dans les mares en saison des pluies n'a été retrouvée dans nos échantillons. Même si la dormance 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.

Mots clés : Cyclopidés — Dormance — Dracunculose — Bénin — Afrique de l'Ouest.

SUMMARY

EVALUATION OF THE PART PLAYED BY TEMPORARY PONDS IN THE TRANSMISSION OF DRACUNCULIASIS. STUDY OF THE CYCLOPOID DORMANCY IN AN HYPERENDEMIC REGION OF BÉNIN

Seventy-two mud samples were taken, at various levels down to a depth of 50 cm, in dried ponds to evaluate the importance of the waking after dormancy to explain to repopulation of cyclopooids in temporary ponds involved in the

* Ce travail a bénéficié d'une subvention du Programme spécial pour la recherche et la formation sur les maladies tropicales, PNUD/Banque mondiale/OMS (ID.850350).

(1) Centre Orstom et Centre OCCGE de Cotonou, République du Bénin. Adresse actuelle : Centre Pasteur, BP 1274, Yaoundé, Cameroun.

(2) Centre OCCGE de Cotonou, République du Bénin.

transmission of dracunculiasis. Seventy-two samples were studied from 16 ponds near seven villages of South Bénin (West Africa), a highly endemic region of guinea worm.

Half of the samples liberated copepods. The first cyclopoids (stage IV copepodites) appeared in 95% of the positive samples before 24 hours. Cyclopoids density was almost constant with depth down to 35 cm.

Cyclopoids were found alive in soils within a range of moisture from 40% to 99% and a pH range from 4.8 to 6.7. Clayey soils, especially those rich in organic materials, were the most favourable to preserve the dormancy of cyclopoids. None of the intermediate dracunculiasis host species collected during the wet season in the same ponds were found in the sediment samples. Dormancy could thus explain the cyclopoids population continuity in temporary waters but seemed to play a minor part in the dracunculiasis transmission.

KEY WORDS : Cycloid — Dormancy — Dracunculiasis — Bénin.

INTRODUCTION

La dracunculose est une helminthiase humaine que l'on contracte en buvant de l'eau contenant des Cyclopidés infectés. Le rôle des Cyclopidés dans la transmission a été décrit par FEDCHENKO en 1870 (FEDCHENKO, 1971). Une étude épidémiologique menée au Bénin entre 1985 et 1989 a permis de définir la périodicité de la transmission et d'identifier les principales espèces hôtes intermédiaires. CHIPPAUX et MASSOUBODJI (1991) ont montré que, en fonction des modalités d'approvisionnement en eau de boisson, la transmission s'effectuait en période de faible pluviosité, en début de saison sèche, puis lors de la remise en eau des mares au début de la saison des pluies. Les Cyclopidés hôtes intermédiaires sont des espèces ubiquistes rencontrées dans la plupart des eaux continentales d'Afrique intertropicale (STEIB *et al.*, 1986). Au Bénin, deux espèces rencontrées dans les mares villageoises de petit volume jouent un rôle majeur : *Thermocyclops oblongatus* (Sars, 1927) et *T. prolatus* Kiefer, 1952 (CHIPPAUX, 1991). L'abondance des populations correspond aux cycles de transmission observés. Les autres hôtes intermédiaires incriminés rencontrés dans les mêmes sites, comme *T. consimilis* (Kiefer, 1934), jouent un rôle secondaire ou sont observés dans des points d'eau froide bien drainés, comme *T. emini* (Mrazek, 1895) (CHIPPAUX et LENOIR, 1992). Parmi la dizaine d'autres espèces de Cyclopidés rencontrées dans la zone hyperendémique, aucune n'a été reconnue hôte intermédiaire, ce que confirme divers travaux expérimentaux.

Nous avons recherché le rôle des mares temporaires dans la transmission de *Dracunculus medinensis* (Linné, 1758) et l'origine des Cyclopidés observés en grand nombre peu de temps après la remise en eau des points d'eau en début de saison des pluies. Plus précisément, ce travail a pour objectif d'évaluer l'importance de la levée de dormance des Cyclopidés dans la transmission de la dracunculose.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Nous avons prospecté les mares temporaires de sept localités de la Province du Zou, au centre du Bénin. Il s'agit d'une province agricole de savane arbustive de type soudano-guinéen où la dracunculose est hyperendémique. La zone d'étude est comprise entre les isohyètes 1 000 mm et 1 200 mm.

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. Des récoltes de Cyclopidés y ont été régulièrement effectuées pour identifier les espèces. En saison sèche, nous avons retrouvé l'emplacement des mares asséchées et nous y avons prélevé du sédiment. A la saison pluvieuse suivante, des récoltes de Cyclopidés ont été faites dans les mêmes conditions. Seize mares ont pu être explorées.

Tous les prélèvements ont été pratiqués à l'aide d'un gabarit parallélépipédique en tôle de 5 cm de hauteur, d'une capacité d'un litre. Le gabarit est enfoncé jusqu'au fond dans le sol par sa base ouverte qui est ensuite fermée en bas à l'aide d'une plaque de tôle. L'échantillon est déposé dans un sac plastique et transporté au laboratoire.

Nous avons fait des récoltes à différents niveaux jusqu'à 50 cm de profondeur dans le bord et le milieu de chaque mare. Une strate sur deux a été recueillie en alternance, en commençant par la couche superficielle (0-5 cm) pour la moitié des mares et par la deuxième couche (5-10 cm) pour les autres. Nous avons mesuré la température du sol, le degré d'hygrométrie et le pH.

Au laboratoire, la terre contenue dans le sac plastique est versée dans un seau. Trois litres d'eau filtrée sont ajoutés et le seau est recouvert d'une moustiquaire. 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 précisé et ils sont replacés vivants dans le seau. Cette opération est renouvelée toutes les heures de 8 heures à 18 heures pendant les deux premiers jours de l'expérience, puis trois fois par jour au cours des vingt jours suivants. Dès l'apparition de nauplii, l'expérience est arrêtée et les adultes sont fixés au formol à 5 % pour être déterminés.

RÉSULTATS

Espèces observées

Nous avons observé des levées de dormance dans 37 échantillons sur 72.

Tous les taxons de copépodes identifiés dans l'eau des mares prospectées n'ont pas été retrouvés dans le sédiment récolté en saison sèche (tabl. I). La plupart des espèces recueillies dans le sédiment sont des espèces observées en toutes saisons, comme *Mesocyclops major* (Sars, 1927), *Thermocyclops consimilis* (Kiefer, 1934) et *Cryptocyclops linjanticus* (Kiefer, 1928), ou en tout début de saison des pluies, ce qui correspondrait au Bénin à un cycle précoce, tels *Metacyclops minutus* (Claus, 1863), *M. margaretae* (Lindberg, 1938) et *Microcyclops varicans* (Sars, 1863). Toutefois, quelques espèces, présentes dans les mares temporaires, n'ont pas été récoltées dans le sédiment. Il en est ainsi de *Tropocyclops confinis* (Kiefer, 1930), espèce à cycle tardif, c'est-à-dire observée après la saison des pluies. Plus paradoxale est l'absence de *Thermocyclops decipiens* (Kiefer, 1929), *T. prolatatus* (Kiefer, 1952) et *T. oblongatus* (Sars, 1927). Ces Cyclopidés sont, en effet, ubiquistes, abondants dans ce type de points d'eau et y sont présents toute l'année.

Densité et développement des Cyclopidés

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 de sédiments libérant des Cyclopidés sont identifiés avant la septième heure et 95 % au cours des vingt-quatre premières heures. Nous avons observé une levée de dormance le deuxième jour et une seconde le quinzième jour après la mise en eau du prélèvement. La première femelle portant des sacs ovigères a été remarquée à la 23^e heure, les suivantes l'ont été au cours de la deuxième journée. Une nouvelle génération de Cyclopidés est présente dès le troisième jour.

La densité de Cyclopidés utilisée ici correspond à l'effectif maximum observé au cours de l'un des comptages effectués sur chaque échantillon pendant

TABLEAU I

Taxons de Copépodes identifiés dans les mares et les sédiments de mares asséchés
List of species found in the flooded ponds and in the sediments of dried ponds

Copépodes présents dans le Zou	Mares prospectées en eau	Prélèvement de terre
<i>Mesocyclops major</i>	F	F
<i>Thermocyclops crassus</i>	F	F
<i>decipiens</i>	A	-
<i>prolatatus</i>	F	-
<i>oblongatus</i>	A	-
<i>Metacyclops minutus</i>	F	A
<i>margaretae</i>	F	F
<i>Microcyclops varicans</i>	F	F
<i>Cryptocyclops linjanticus</i>	R	R
<i>Tropocyclops confinis</i>	F	-
<i>Harpactoides</i>	R	R

(A = abondant, F = fréquent, R = rare, — = non rencontré)

(A = abundant, F = frequent, R = rare, — = not found)

les 48 premières heures. La densité moyenne est de $15 \pm 5,8$ Cyclopidés par litre de sédiment pour les prélèvements où ont été observées des levées de dormance ($p = 0,05$). Aucun des huit prélèvements de sédiment provenant du bord des mares n'a libéré de Cyclopidés, alors que les échantillons provenant du milieu de ces mares hébergeaient des densités supérieures à la moyenne.

Dès les premiers centimètres, sous la croûte sèche qui recouvre le fond de la mare, des Cyclopidés en dormance sont présents dans le sédiment. La densité moyenne de Cyclopidés par strate est irrégulière (fig. 1). En revanche, les levées de dormance apparaissent plus fréquentes à une profondeur moyenne se situant entre 25 cm et 35 cm (fig. 2).

Paramètres physico-chimiques et relation avec la densité de Cyclopidés

La température du sol aux différents niveaux de prélèvement a varié entre 25 °C et 32 °C. Nous n'avons pas pu établir de relation significative entre la densité de Cyclopidés et la température du sédiment au moment du prélèvement.

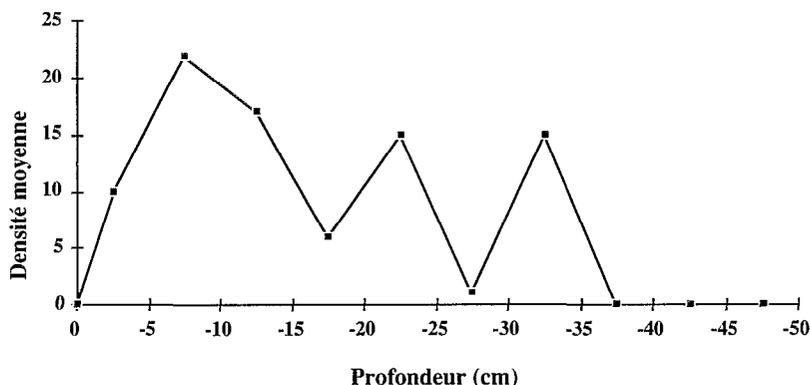


FIG. 1. — Densité moyenne des Copépodes dans les échantillons en fonction de la profondeur du prélèvement (ind. L⁻¹).
Mean copepod density as a function of depth in the sediment (ind. L⁻¹).

L'humidité se révèle un facteur essentiel pour la survie des Cyclopidés en dormance. Les échantillons contenaient entre 12% et 99% d'humidité. Aucun des prélèvements possédant moins de 40% d'humidité n'a libéré de copépodes. Il y a une corrélation significative entre le taux d'humidité et la densité en Cyclopidés ($r = 0,46$; d.d.l = 43; $P < 10^{-3}$).

Le pH des sols recueillis a varié entre 4,8 et 8,5. Nous avons observé des levées de dormance 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.

Nous n'avons pas observé de levée de dormance dans les huit échantillons de sédiment composés de sols ferrallitiques (latérite notamment). Un seul

échantillon sur neuf composés de sols siliceux a libéré une densité de Cyclopidés inférieure à la moyenne (= 3 Cyclopidés pour un litre de sédiment). Enfin, des levées de dormance ont été obtenues dans sept échantillons de sols argileux sur douze. Ces sédiments, riches en matière organique, contiennent en général une densité de Cyclopidés supérieure à la moyenne (11 Cyclopidés par litre).

DISCUSSION

Dans le Zou, la plupart des points d'eau superficiels sont asséchés de janvier à avril. La résistance des Cyclopidés à l'assèchement est rendue possible par leur aptitude à entrer en dormance (DUSSART, 1967; CHAMPEAU, 1966), dont les facteurs déclenchants ne sont pas connus. En savane soudano-guinéenne, l'entrée en dormance des Cyclopidés n'a probablement pas la même signification ni les

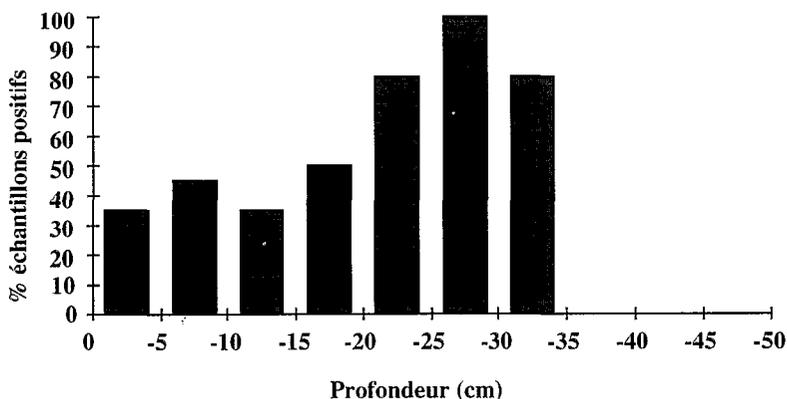


FIG. 2. — Fréquence de levées de dormance en fonction de la profondeur du prélèvement.
Frequency distribution of positive samples (in which waking was observed) as a function of depth in the sediment.

mêmes facteurs d'induction que la diapause observée en région tempérée, même si elle lui correspond physiologiquement. L'aspect des Cyclopidés recueillis immédiatement après la levée de dormance se révèle similaire aux descriptions faites par LACROIX et LESCHER-MOUTOUÉ (1984) des Cyclopidés sortant de leur diapause hivernale.

L'absence de certaines espèces de Cyclopidés représentées dans cette région ne doit pas surprendre. La plupart des espèces manquantes y sont rares, comme *Mesocyclops rarus* (Kiefer, 1981), *M. kieferi* (Van de Velde, 1984), *Thermocyclops inopinus* (Kiefer, 1926), *Microcyclops rubelloides* (Kiefer, 1952). Les espèces des genres *Eucyclops* et *Afroscyclops* n'ont jamais été rencontrées dans ce type de mares temporaires. Elles affectionnent plutôt les eaux riches en matières décomposées et pauvres en oxygène. Enfin, *Thermocyclops emini*, hôte intermédiaire de grande importance, se rencontre dans les eaux froides, principalement dans les rivières en période d'étiage.

Aux premières pluies, le développement des peuplements de Cyclopidés dans les mares temporaires est très rapide (RZOSKA, 1961). A la fin de la première semaine, il n'est pas rare d'observer des densités de 500 individus par litre d'eau. Cette explosion démographique, qui ne concerne qu'une partie des espèces rencontrées dans la région, est contemporaine d'une augmentation sensible de la prévalence de la dracunculose (CHIPPAUX et MASSOUBODJI, 1991). Ces points d'eau constituent, au début de la saison des pluies, la plus importante source d'eau ménagère utilisée par les villageois. Leur dispersion et leur faible accessibilité les rendent particulièrement difficiles à contrôler.

Dans les mares temporaires, des densités importantes des principaux hôtes intermédiaires, *Thermocyclops oblongatus* et *T. prolatus*, ont bien été observées au cours des semaines qui suivent la reprise des pluies (CHIPPAUX, 1991). Toutefois, ces espèces sont généralement plus abondantes dans les mares permanentes. Dans les mares temporaires, elles apparaissent plus tardivement que les espèces des genres *Metacyclops* ou *Microcyclops* qui constituent l'essentiel du peuplement au tout début de la saison des pluies. Elles persistent également plus longtemps que ces dernières, jusqu'à la décrue, en début de saison sèche, période de forte transmission de la dracunculose (CHIPPAUX et MASSOUBODJI, 1991). L'absence apparente de ces espèces dans nos échantillons de sédiment ne signifie pas que les hôtes intermédiaires de *D. medinensis* ne connaissent pas de dormance. Les conditions expérimentales peuvent être responsables de ce résultat. Le transport et le stockage au laboratoire des échantillons pendant une à deux semaines peuvent avoir modifié la concentra-

tion en oxygène ou le pH de la terre. La remise en eau, plus brutale que dans les conditions naturelles, pourrait entraîner un choc osmotique préjudiciable à certaines espèces plus fragiles. En revanche, d'autres facteurs inducteurs sont peut-être nécessaires pour permettre la levée de la dormance. Ceci permettrait d'expliquer pourquoi nous n'avons pas retrouvé ces espèces. Nos essais n'ont considéré que la réhydratation du sédiment. La durée d'observation a été réduite à une période de trois à cinq jours dans la majorité des cas, vingt jours au plus lorsqu'aucune levée de dormance n'était observée, si bien que même le facteur temps n'a pas été parfaitement exploré. Le développement des espèces hôtes intermédiaires pourrait donc être différé par rapport à la remise en eau des mares. Le rôle de la photopériode et de la température, démontré pour certaines espèces de régions tempérées (WATSON et SMALLMAN, 1971), ne semble pas essentiel au Bénin où ces deux facteurs sont très stables au cours de la période considérée. L'oxygénation de l'eau (WIERZBICKA, 1962) et les stimulus mécaniques (ELGMORK, 1959) pourraient être des inducteurs efficaces, plus probablement obtenus au cours des violentes précipitations tropicales. Lors des essais, les manœuvres de tamisage de l'eau effectuées toutes les heures les deux premiers jours, puis trois fois par jour ensuite, auraient dû être suffisantes pour créer des conditions similaires. Au contraire, il apparaît que le contact de l'eau est un inducteur de levée de dormance suffisant pour les sept autres espèces récoltées dans les sédiments dont certains individus sont apparus avant le premier tamisage.

CONCLUSION

La dormance des Cyclopidés lors de l'assèchement des mares est une remarquable défense contre l'agression climatique. L'enfouissement des copépodites dans le sédiment du fond des mares est superficiel et les contraintes écologiques auxquelles ils sont soumis, en particulier la composition du sol, son degré d'hygrométrie et son pH, limitent le nombre des sites favorables. La rapidité de levée de dormance 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.

Manuscrit accepté par le Comité de rédaction le 15 avril 1993

BIBLIOGRAPHIE

- CHAMPEAU (A.), 1966. — États de dormance déterminés chez les Copépodes d'eau saumâtre par les variations de chlorinité. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 262, sér. D : 1289-1291.
- CHIPPAUX (J.-P.), 1991. — Identification des hôtes intermédiaires de *Dracunculus medinensis* au sud du Bénin. *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 66 : 77-83.
- CHIPPAUX (J.-P.) et LENOIR (F.), 1992. — Influence des facteurs abiotiques sur les vecteurs de dracunculose. *Annls. Limnol.*, 28 (1) : 19-26.
- CHIPPAUX (J.-P.), MASSOUBODJI (A.), 1991. — Aspect épidémiologique de la dracunculose au Bénin. 2. Relations entre la périodicité des émergences et l'origine de l'eau de boisson. *Bull. Soc. Path. Exot.*, 84 (4) : 351-357.
- DUSSART (B.), 1967. — *Les copépodes des eaux continentales*. Boubée et Cie, Paris.
- ELGMORK (K.), 1959. — Seasonal occurrence of *Cyclops strenuus strenuus* in relation to environment in small water bodies in southern Norway. *Folia Limnol. Scand.*, 11 : 196 p.
- FEDCHENKO (A. P.), 1971. — Concerning the structure and reproduction of the guinea-worm (*Filaria medinensis* L.) (Traduction du russe de l'œuvre princeps de Fedchenko, 1870). *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 20 : 511-523.
- LACROIX (G.) et LESCHER-MOUTOUE (F.), 1984. — Diapause des Cyclopidés d'un écosystème lacustre peu profond (Lac de Créteil, France). *Annls. Limnol.*, 20 (3) : 183-192.
- RZOSKA (J.), 1961. — Observations on tropical rainpools and general remarks on temporary waters. *Hydrobiologia*, 17 : 265-286.
- STEIB (K.), OUEDRAOGO (J.-B.), GUIGUEMDE (T. R.), GBARY (A. R.), CHIPPAUX (J.-P.), 1986. — Les vecteurs du ver de Guinée en Afrique. *Études médicales* : 87-96.
- WATSON (N. H. F.) et SMALLMAN (B. N.), 1971. — The role of photoperiod and temperature in the induction and termination of an arrested development in two species of fresh water cyclopid copepods. *Can. J. Zool.*, 49 : 855-862.
- WIERZBICKA (M.), 1962. — On the resting stage and mode of life of some species of Cyclopoida, *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 10 : 215-229.