

Etude du parasitisme des simulies (*Diptera*)
par des *Mermithidae* (*Nematoda*) en Afrique de l'Ouest

1. Observations préliminaires sur un cours d'eau temporaire de savane⁽¹⁾

Bernard MONDET *
Bernard PENDRIEZ **
Jacques BERNADOU **

RÉSUMÉ.

Les recherches effectuées sur les *Mermithidae* parasites de simulies en Afrique de l'Ouest (larves, nymphes et adultes) ont permis de mettre en évidence cinq espèces nouvelles appartenant aux genres *Neomesomermis*, *Gastromermis* et à un nouveau genre. Toutes les espèces de simulies associées à *Simulium damnosum* ont été trouvées parasitées par ces différentes espèces dont aucune n'est spécifique. Les études ont porté sur les espèces du nouveau genre parasite de *S. damnosum*.

Trois stades ont été mis en évidence dans la phase parasitaire. La taille maximum atteinte par les mâles est de 10,2 mm, par les femelles de 16,2 mm. Le nombre de parasites par larve de simulie peut atteindre huit. Les larves de simulies parasitées jeunes meurent avant la nymphose au moment de la sortie par effraction du (ou des) parasite(s). Les larves âgées, récemment parasitées par un ou deux *Mermithidae*, sont capables de se nymphoser puis d'éclore.

Les principales conséquences du parasitisme chez les femelles de *S. damnosum* sont : une atrophie des ovaires dans 98,9 % des cas, une longévité réduite de moitié environ au laboratoire.

L'évolution du parasitisme a été suivie durant une saison des pluies sur une population de femelles isolées. Trois phases sont clairement définies : phase d'apparition, phase d'extension et phase de maintien. Les pourcentages moyens de parasitisme durant cette dernière phase sont de 75-80 % chez les femelles nullipares et de 20-35 % chez la totalité des femelles (pares et nullipares).

ABSTRACT.

The results of research done on mermithid parasites of West African Simuliids (larvae, pupae and adults) indicate that there are five species from the genera *Neomesomermis*, *Gastromermis* and a new one. All the species of Simuliidae found in the same breeding site as *Simulium damnosum* have been found parasitized by these mermithids and none are specific. This study will consider only new species of the new genus parasite of *S. damnosum*.

Three stages have been observed in the parasitic development of these mermithids. The maximum size attained by males is 10.2 mm and by females 16.2 mm. The greatest number of mermithids found in a single *Simulium* larva is eight. Larvae parasitized in the early instars always die before reaching the pupa when the parasites emerge through the cuticle. Larvae newly parasitized in the later instars will normally pupate before the mermithid has completed development. Parasitized pupae will reach eclosion.

The main consequences of parasitism in female *S. damnosum* are : atrophy of the ovaries in 98.9 % of individuals, and about half the longevity as compared to non-parasitized females when both are held in the laboratory.

The rate of parasitism in an isolated population of *S. damnosum* females has been followed during the rainy season. Three phases are clearly defined in the evolution of the parasitism : a period of appearance, a period of marked increase and a period of maintenance at a high level. The rate of parasitism in the final period is 75-80 % of nulliparous females and 20-35 % of the entire population.

* Entomologiste médical de l'O.R.S.T.O.M.

** Technicien d'Entomologie Médicale de l'O.R.S.T.O.M., O.C.C.G.E., B.P. 1500, Bouaké, Côte d'Ivoire.

(1) Ce travail a bénéficié de l'assistance financière du C.R.D.I. (Centre de Recherches pour le Développement International, Ottawa, Canada), dans le cadre d'une convention de recherche passée entre cet organisme et l'O.C.C.G.E. (Organisation de Coordination et de Coopération pour la lutte contre les Grandes Endémies).

INTRODUCTION.

Plusieurs auteurs ont signalé la présence en Afrique de l'Ouest de *Mermithidae* parasites d'insectes d'intérêt médical : glossines (Lloyd, 1912 a et b; Thomson, 1947; Foster, 1963), moustiques (Muspratt, 1945; Coz, 1966; Brengues, 1973) et simulies (Lewis, 1953; Crosskey, 1954; Le Berre, 1966 et 1971; Garms, 1973; Philippon, 1976).

La présence d'un *Mermithidae* chez une simulie au stade larvaire peut entraîner la mort de l'hôte avant la nymphose.

Ovazza, en 1957, avait déjà observé une atrophie des organes sexuels chez les femelles de *S. damnosum* quand la nymphose se produit malgré le parasitisme (Peterson, 1960; Le Berre, 1966). A l'atrophie des organes sexuels s'ajoutent parfois des phénomènes de gynandromorphisme (Edwards, 1931; Rubtsov, 1958). Le *Mermithidae* entraîne toujours la mort de son hôte lorsqu'il le quitte.

Pour ces raisons, les *Mermithidae* sont considérés comme potentiellement utilisables dans la lutte biologique contre certains insectes (Welch, 1961, 1965 b; Laird, 1971, 1972; Peterson, 1973). Nos études actuelles ont pour but de déterminer les possibilités d'utilisation des *Mermithidae* dans une lutte biologique éventuelle contre *Simulium damnosum*, unique vecteur de l'onchocercose en Afrique de l'Ouest (Anonyme, 1972; Gordon, 1973).

Les résultats présentés ici ne concernent que la phase parasitaire du cycle des *Mermithidae*, à l'exclusion de la phase libre. Les observations ont été réalisées essentiellement sur *Simulium damnosum* s.l. (cytotypes Nile et Sixba dominants, cytotype Soubre apparemment moins fréquent, identifiés par Quillévéré & Pendriez, 1975). Nous utiliserons dans la suite du texte l'appellation *Simulium damnosum* pour désigner cet ensemble de cytotypes.

1. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE ET TEMPORRELLE DU PARASITISME.

Le Berre (1971) a publié la liste des bassins fluviaux d'Afrique Occidentale où des *Mermithidae* parasites de *Simulium damnosum* ont été signalés. Ceux-ci existent sans nul doute dans tous les pays ouest-africains.

Depuis 1972, nos recherches ont concerné le sud-ouest et l'est de la Haute-Volta, le sud-est du Mali, le nord, le centre et l'ouest de la Côte d'Ivoire. Les résultats

rapportés ici ont été obtenus dans le nord de la Côte d'Ivoire, en région de savane guinéenne, sur la rivière Mounongo, affluent temporaire de la Léraba (rivière marquant la frontière entre la Haute-Volta et la Côte d'Ivoire).

Les *Mermithidae* que nous avons observés ont pour biotopes certains cours d'eau temporaires de saison des pluies. Dans les cours d'eau permanents, les pourcentages d'infestation des populations de simulies sont toujours très faibles, sinon nuls, quelle que soit la saison.

En région de savane ouest-africaine, le parasitisme des populations de larves et d'adultes de simulies par les *Mermithidae* est ainsi à la fois extrêmement focalisé (limité à certains cours d'eau, biefs ou bras de cours d'eau temporaires) et éminemment saisonnier. Une telle localisation, limitée à certains types de cours d'eau, avait déjà été observée et étudiée en régions tempérées par Carlsson (1962) et Anderson & De Foliart (1962).

2. MÉTHODOLOGIE.

La détermination des espèces de *Mermithidae* étant fondée sur les caractères morphologiques des adultes et les stades parasitaires étant des formes immatures, il convient, à chaque étude entreprise, de réaliser l'élevage des post-parasites jusqu'au stade adulte.

2.1. Elevage des *Mermithidae*.

Les *Mermithidae* parasitant les larves et les adultes de simulies, les post-parasites sont obtenus de deux façons différentes. Le premier procédé, le plus simple et le plus efficace, consiste à mettre en élevage des larves de simulies dans un aquarium muni d'un aérateur. On récupère les post-parasites, sortis librement du corps de leur hôte, durant les trois jours suivants.

Le second procédé consiste à mettre en élevage des femelles de *S. damnosum* ayant pris un repas de sang. Après cinq jours, les femelles sont tuées, disséquées et les post-parasites sont mis en élevage (cf. 6.1).

La sortie naturelle des post-parasites du corps des adultes de simulies est difficile à obtenir en laboratoire. Les expériences ont été conduites sur des femelles de *S. damnosum* capturées après un repas de sang et mises en survie dans une cage obscure dont l'atmosphère est maintenue humide. Les *Mermithidae* post-parasites sont parfois récupérés dans la même boîte de Pétri servant aux femelles non parasitées à déposer leurs pontes.

Les *Mermithidae* post-parasites sont mis en élevage dans des boîtes de Pétri en verre, de cinq centimètres de diamètre, contenant de l'eau du robinet et du sable

stérile, changés tous les trois jours. Les individus moribonds ou morts sont retirés. L'eau du robinet ralentit considérablement l'apparition de parasites et le sable est indispensable pour permettre au post-parasite de se débarrasser de la cuticule de sa dernière mue. La rétention de cette cuticule reste toujours la cause principale de mortalité. Les post-parasites et les adultes ne se nourrissent pas et ne vivent que des réserves accumulées durant leur vie parasitaire.

2.2. Fixation.

On utilise divers fixateurs suivant la méthode de récolte et le stade du *Mermithidae*.

Les larves de simulies parasitées sont plongées, sans dissection, dans de l'alcool à 70-80°. Les parasites sont, dans ce cas, correctement fixés.

Les adultes de simulies et leurs parasites sont très mal fixés par l'alcool. Dans ce cas, on emploie les fixateurs pour histologie tels que le Carnoy ou le Duboscq-Brasil.

On utilise pour les *Mermithidae* parasites extraits par dissection des simulies vivantes (larves, nymphes ou adultes), le fixateur pour nématodes FP4/I (Lebtahi, comm. pers.).

Les *Mermithidae* post-parasites et adultes sont fixés au liquide de Kale (Rubtsov, 1966), qui est excellent :

alcool à 96°	17 parties
formol à 40 %	6 parties
acide acétique glacial	2 parties
eau distillée	28 parties

2.3. Conservation et montage.

L'alcool à 70-80° est réservé, comme milieu de conservation, aux larves de simulies parasitées.

Le lactophénol d'Amann est utilisé comme milieu d'observation (montage temporaire) pour tous les *Mermithidae* quel que soit le fixateur utilisé. Le passage du liquide fixateur au lactophénol doit être effectué lentement en faisant passer les spécimens par différents bains de fixateur contenant des pourcentages croissants de lactophénol. Le lactophénol est un éclaircissant et un excellent milieu d'observation.

La glycérine anhydre est utilisée comme milieu de conservation et de montage. Les *Mermithidae* fixés par une méthode quelconque sont placés dans un mélange de glycérine (1 partie), d'alcool à 90° (3 parties) et

d'eau distillée (6 parties), jusqu'à évaporation maximum de l'alcool et de l'eau (3 à 7 jours à l'étuve). Ils sont définitivement conservés dans de la glycérine anhydre. On peut réaliser des montages microscopiques temporaires ou permanents (après lutage au lut de Noyer par exemple).

La glycérine gélatinée est également employée comme milieu de montage définitif (Langeron, 1949).

Les *Mermithidae* ne sont que rarement montés définitivement et il est préférable de les conserver dans la glycérine anhydre, ce qui permet de modifier au gré de l'observateur les orientations du ver sous le microscope. C'est dans un de ces deux milieux que les expéditions de matériel doivent être effectuées de préférence.

3. FAUNISTIQUE ET SPÉCIFICITÉ PARASITAIRE.

Chez les larves de simulies, cinq espèces de *Mermithidae* ont été mises en évidence; elles appartiennent aux genres *Gastromermis* Micoletzky, 1925 (espèces 1 et 2), *Neomesomermis* Daday, 1911 (Nickle, 1972) (espèce 3) et à un nouveau genre (espèces 4 et 5).

L'espèce 1 a été récoltée dans le sud-ouest de la Haute-Volta (rivière Yanaon) parasitant *Simulium vorax* Pomeroy, 1921, *S. hargreavesi* Gibbins, 1934 et dans le sud-est du Mali (rivière Farako) parasitant *S. damnosum* s.l., *S. hargreavesi* et *S. cervicornutum* Pomeroy, 1920.

L'espèce 2 a été récoltée en Côte d'Ivoire (rivière Mounongo) parasitant *S. damnosum*, *S. vorax*, *S. adersi* Pomeroy, 1922, *S. alcocki* Pomeroy, 1922, *S. cervicornutum* et *S. unicornutum* Pomeroy, 1920.

L'espèce 3 a été récoltée en Côte d'Ivoire (rivière N'zi) parasitant *S. damnosum* et *S. unicornutum*.

Les espèces 4 et 5 ont été récoltées en Côte d'Ivoire (rivière Mounongo) parasitant les mêmes espèces de simulies que l'espèce 2.

Ces cinq espèces sont actuellement en cours de description.

Aucun *Mermithidae* n'a été trouvé parasitant spécifiquement *S. damnosum* ou l'une des autres espèces de simulies rencontrées.

Les cinq espèces parasitent également les femelles de *S. damnosum*. Notre procédé de capture des femelles sur appât humain ne nous a pas permis de rechercher les *Mermithidae* chez les adultes des autres espèces de simulies parasitées à l'état larvaire.

4. PARASITISME LARVAIRE.

4.1. Développement du parasite.

Les observations ont été réalisées sur les parasites (espèces 4 et 5) des larves de *S. damnosum* des trois derniers stades. Ces deux espèces de *Mermithidae* ne sont différenciables qu'au stade adulte.

Les pré-parasites trouvés à l'intérieur d'une larve de similie sont rares (4 % du total des parasites). Ils mesurent moins de 300 μ (275 μ en moyenne) et le rapport de la longueur à la largeur L/l est de 15 environ. Très rapidement, le parasite augmente de volume, le rapport L/l atteint 10. La taille (comprise entre 300 et 550 μ), la valeur du rapport L/l et la forme en faucille caractérisent le stade 1, qui représente 26 % des parasites.

Les *Mermithidae* parasites du stade 2 possèdent un corps fin et effilé. Au-delà de 550 μ , le rapport L/l augmente progressivement pour atteindre 100 environ en fin de développement. Le stade 3 ne se différencie du stade précédent que par l'épaisseur de la cuticule, qui permet la survie du post-parasite une fois échappé de son hôte. La longueur maximum observée est de 10,2 mm chez les mâles et de 16,2 mm chez les femelles (soit 2 fois et demie la longueur maximum d'une larve de similie au dernier stade). Les *Mermithidae* des deux derniers stades forment 70 % du total des parasites.

Le sexe n'est déterminable que chez les stades 3 et un tiers des stades 2. Nous avons noté une proportion de 10 femelles pour 7 mâles.

4.2. Aspect quantitatif et pluriparasitisme.

Le pourcentage d'infestation des similies des gîtes larvaires du Mounongo varie de 0 % au début de la saison des pluies à 40-50 % en période de fin d'écoulement du cours d'eau. Dans un gîte où 40 % des larves de *S. damnosum* sont parasitées le nombre de *Mermithidae* par larve de similie peut atteindre huit.

Dans les cas de pluriparasitisme tous les stades sont présents et associés en proportions variables. Toutes les combinaisons sont possibles, le nombre des stades 1 variant de 0 à 5, celui des stades 2 et 3 de 0 à 4.

Certains auteurs (Christie, 1929; Welch, 1965 a; Petersen, 1972) ont remarqué que chez divers insectes, dans les cas de pluriparasitisme, apparaissent essentiellement des individus de sexe mâle. Nous n'avons pas trouvé cette influence sur la sex-ratio, du moins pour les espèces 4 et 5 ici considérées.

4.3. Effets du parasitisme.

Dès 1911, Strickland notait la réduction des réserves de graisse et l'inhibition de la formation des histoblastes chez les larves de similies parasitées. Ces observations ont été, par la suite, confirmées par de nombreux auteurs et nous les avons également effectuées en zone de savane ouest-africaine. Ces effets se font néanmoins sentir uniquement chez les larves de similies dont au moins un parasite a atteint le stade 2. En effet, les larves de *S. damnosum* du 7^e stade peuvent abriter un ou deux parasites du stade 1 et posséder des réserves de graisse et des histoblastes normaux. La nymphose est dans ce cas possible.

Une larve de similie parasitée par un *Mermithidae* du stade 2 n'atteint pas la nymphose. Quand le parasite s'échappe, toujours par effraction, elle meurt par perte des liquides de l'hémolymphe, ce qui lui donne un aspect frippé caractéristique. Dans les cas de pluriparasitisme, seuls les stades 3 survivent après la mort de l'hôte.

5. PARASITISME NYMPHAL.

Les nymphes de *S. damnosum* ne sont parasitées que par des *Mermithidae* du stade 1 (moins de 550 μ de longueur), ce qui confirme le fait que les larves âgées parasitées par des stades 2 et 3 meurent sans pouvoir se nymphoser (cf. 4.3.).

La présence des parasites de stade 1 ne contrarie pas l'éclosion de la nymphe. Le *Mermithidae* passe ainsi chez les adultes où l'on ne trouve que des stades 2 et 3.

D'après Phelps et De Foliart (1964), la survie du *Mermithidae* pendant la nymphose est possible, dans le cas de *Simulium vittatum*, quand l'infestation se produit chez les larves dans les trois jours précédant la nymphose, ce qui rejoindrait nos observations relatives à l'influence de l'âge du parasitisme sur la nymphose.

6. PARASITISME DES FEMELLES DE *S. DAMNOSUM*.

6.1. Développement du parasite.

Les études suivantes ont été réalisées sur les femelles de *S. damnosum* parasitées par les espèces 4 et 5 de *Mermithidae*.

Au moment de l'éclosion de l'imago, le *Mermithidae* se trouvant chez l'insecte a déjà commencé son déve-

loppement chez la nymphe et l'on ne trouve pas de stade 1 chez les femelles parasitées. Les *Mermithidae* terminent leur vie parasitaire à une taille nettement inférieure à celle des parasites de même stade chez les larves de simulies. La longueur maximum observée est de 7,77 mm soit une fois et demi la taille moyenne d'une femelle gorgée, le rapport L/1 restant inférieur à 80. Corrélativement, le développement des organes sexuels chez les stades 3 est moins avancé chez les parasites de femelles qu'il ne l'est chez les parasites de larves de simulies. Les stades 3 ne sont observés que chez les femelles de *S. damnosum* qui ont pris un repas de sang, quatre ou cinq jours avant la dissection.

6.2. Pluriparasitisme.

Welch (1964) remarquait que peu d'auteurs avaient noté des cas de pluriparasitisme chez les adultes de simulies, supposant que, dans ce cas, les adultes devaient avoir une durée de vie réduite.

La présence de plusieurs parasites du stade 2 chez la femelle de *S. damnosum* est fonction de l'importance du parasitisme de la population. Durant une période à laquelle le pourcentage d'infestation de femelles parasitées dans la population était compris entre 40 et 50 %, sur un total de 496 femelles parasitées, 77 % contenaient un seul parasite, 22 % deux parasites, 0,9 % trois parasites et 0,1 % quatre parasites.

Nous n'avons pas observé de réduction de taille significative dans les cas de pluriparasitisme. L'influence sur la sex-ratio n'a pas été étudiée (le sexe des parasites de femelles étant rarement observé avec certitude).

6.3. Effets du parasitisme.

6.3.1. SUR LA FEMELLE.

Les modalités de l'alimentation sanguine ne semblent pas affectées par le parasitisme, le repas sanguin paraît d'ailleurs indispensable à la maturation des parasites (cf. 6.1.). Le pouvoir dispersif des femelles semble peu affecté (Le Berre, 1966, 1971).

L'influence des *Mermithidae* sur les ovaires des femelles est particulièrement constante. Sur 800 femelles parasitées par un *Mermithidae* (stade 2 ou 3), 791 (98,9 %) possédaient des ovaires atrophiés, incapables d'évoluer après la prise d'un repas sanguin. Les 9 autres femelles (1,1 %) montraient des ovaires normaux, dont deux avec 3 et 5 œufs résiduels.

Plus des quatre cinquièmes des femelles parasitées ont des réserves de corps gras abdominal pratiquement ou totalement absentes. Cela peut s'expliquer par le fait

que les femelles parasitées sont en réalité plus âgées que ne l'indique leur âge physiologique, ou par le fait que le parasite se nourrit aux dépens des réserves de graisse, ou enfin par les deux faits simultanément.

Des femelles de *S. damnosum*, gorgées sur homme et mises en survie, ont montré une différence importante de longévité, suivant qu'elles étaient parasitées ou non. Le maximum de longévité observé chez une femelle parasitée a été de 6 jours, celui d'une femelle saine, au cours de la même expérience, de 12 jours (Bellec, comm. pers.).

Les mortalités de 50 %, 75 % et 97 % sont atteintes les 2^e, 4^e et 6^e jours chez des femelles parasitées et les 4^e, 6^e et 10^e jours chez des femelles saines. La cause de la mortalité des femelles parasitées est, dans la moitié ou les deux tiers des cas suivant les expériences, la sortie du *Mermithidae* par effraction (Philippon, 1976).

6.3.2. SUR LES POPULATIONS DE FEMELLES.

Nous avons suivi l'évolution du parasitisme par *Mermithidae* (espèces 2, 4 et 5) chez les femelles de *Simulium damnosum* capturées sur appât humain près du cours d'eau temporaire Mounongo.

Les pourcentages suivants ont été calculés :

- femelles pures dans la population globale;
- femelles nullipares parasitées dans la population des nullipares (i.e. pourcentage de nullipares parasitées);
- femelles parasitées dans la population globale.

L'évolution a été suivie du jour 0 (25 juillet 1973) au jour 73 (5 octobre 1973) : tabl. I et fig. 1.

Au jour 0, 15 jours après le début de l'écoulement, des traitements insecticides ont eu lieu sur la Léraba, cours d'eau permanent dans lequel se jette le Mounongo. Ces traitements ont été effectués ensuite chaque semaine, isolant ainsi la population de simulies du Mounongo. Le Mounongo a été traité à partir du jour 63 de la même façon, d'une manière régulière.

Nous avons divisé l'évolution du parasitisme en cinq périodes : périodes A et B marquant l'apparition du parasitisme, période C sa montée, période D son maintien, période E son déclin dû au traitement insecticide du cours d'eau.

Période A.

Le Mounongo, comme tous les cours d'eau temporaires, est peu productif en raison de l'instabilité du régime hydrologique (nombreuses crues empêchant le maintien de gîtes larvaires de simulies). Les nullipares provenant du Mounongo ne suffisent pas à équilibrer la disparition de celles de la Léraba due aux traitements insecticides ce qui entraîne une augmentation du pourcentage des femelles pures.

TABLEAU I

Jours	Période	Nombre de femelles capturées	Nombre de femelles disséquées	Moyenne journalière	Pourcentage de femelles paires	Pourcentage de femelles parasitées	Pourcentage de nullipares parasitées
0 à 4	A	1 367	714	885 (+)	59,4	5,7	14,1
5 à 11	B	1 991	1 721	563 (+)	90,9	2,5	27,7
17 à 25	C	2 119	1 980	302	86,3	0,9	6,6
41 à 46	D	1 577	881	810 (+)	50,5	38,2	77,3
58 à 63	E	1 305	1 298	326	65,2	20,5	81,1
64 à 68		1 234	1 189	247	82,5	7,9	45,7
70 à 73		541	352	180	71,6	1,1	4,0

(+) valeurs extrapolées (captures de femelles partielles durant la journée)

Pourcentages des diverses catégories de femelles

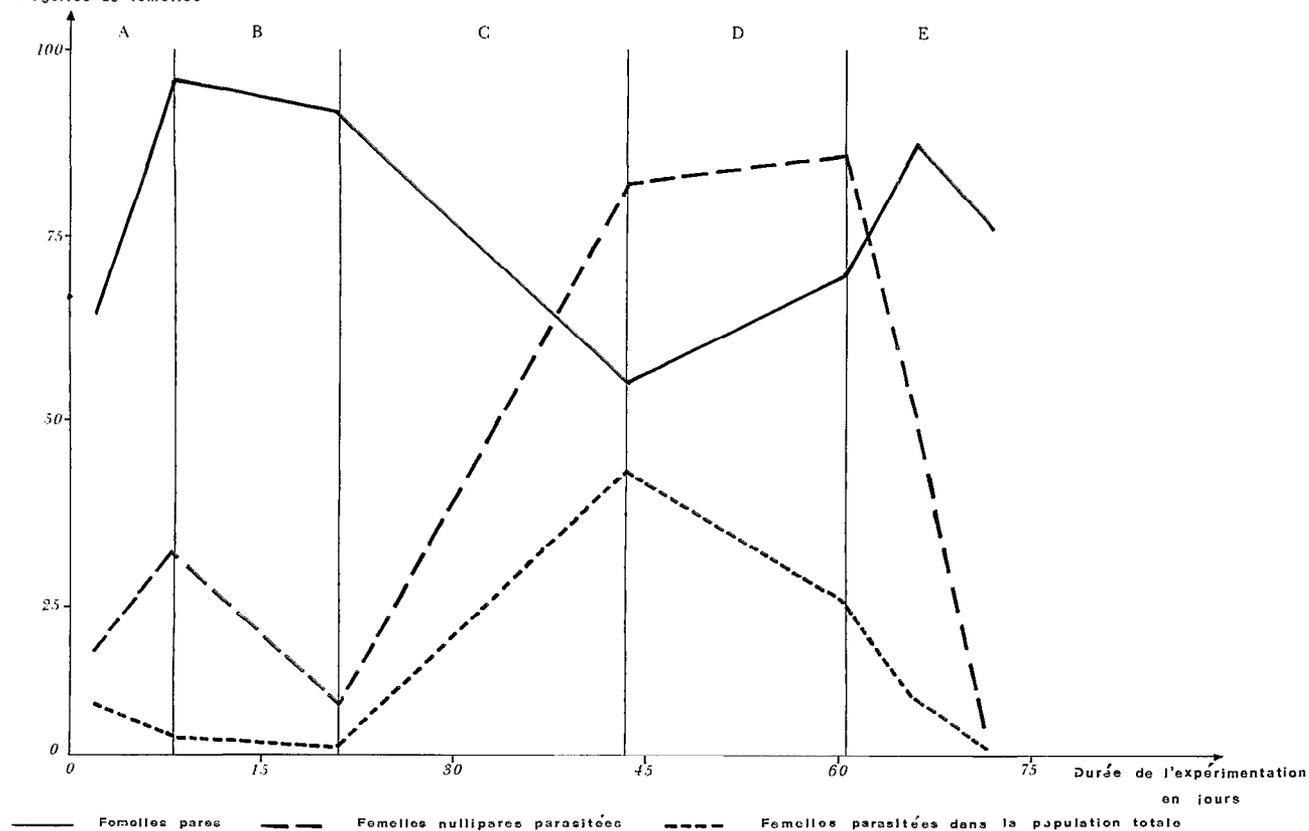


FIG. 1. — Evolution du parasitisme par *Mermithidae* dans une population de femelles de *Simulium damnosum*.

Période B.

Le Mounongo se stabilisant à un débit important, les gîtes larvaires peuvent se maintenir, les femelles nullipares apparaissent et le pourcentage de femelles pares baisse.

Durant les périodes A et B, le nombre de femelles parasitées capturées est toujours faible, de ce fait, les pourcentages de femelles parasitées sont peu significatifs. C'est la phase d'apparition du parasitisme, qui débute avec l'écoulement du cours d'eau et se maintient durant un mois environ.

Période C.

Les gîtes larvaires du Mounongo, stabilisés, deviennent très productifs et le nombre de femelles nullipares augmente, faisant baisser le pourcentage de femelles pares dans la population.

Le parasitisme augmente régulièrement et devient rapidement important puisqu'il atteint 75 % des femelles nullipares. C'est la phase d'accroissement du parasitisme qui semble être très courte (une dizaine de jours).

Période D.

Le débit du Mounongo, stabilisé, permet le maintien de nombreux gîtes larvaires, la population de simulies est stable, le nombre de femelles pares augmente, ce qui traduit un vieillissement de la population.

Le parasitisme se maintient à un fort pourcentage chez les nullipares et baisse chez l'ensemble des femelles en raison du vieillissement général. C'est la phase de maintien du parasitisme.

Période E.

Le jour 63, le Mounongo est traité par insecticide. La conséquence est immédiate : le parasitisme régresse rapidement (les femelles parasitées, qui proviennent du Mounongo, ont une durée de vie réduite à quelques jours (cf. 6.3.1.)).

Le pourcentage des femelles pares augmente après le traitement; cependant il baisse à nouveau plus tard, ce qui peut s'expliquer par une réinvasion de femelles nullipares en provenance d'autres gîtes larvaires que ceux du Mounongo, non parasités, car la baisse du pourcentage de femelles nullipares parasitées reste régulière.

Ce schéma de l'évolution du parasitisme chez les femelles de *Simulium damnosum* se retrouve dans chaque zone où se rencontrent des femelles parasitées par *Mermithidae*. Les variations dans la durée de la première phase (apparition du parasitisme) sont essentiellement fonction du régime des pluies et correspondent, en gros, au temps nécessaire pour une stabilisation du régime hydrologique. La seconde phase (maintien du pa-

rasitisme) est directement liée à la durée d'écoulement du cours d'eau. La troisième phase s'achève, dans les conditions naturelles, avec l'assèchement du cours d'eau.

Nos expériences d'élevage en laboratoire de *Mermithidae* post-parasites des espèces présentes au Mounongo ont montré que le temps minimum nécessaire à la maturation des organes sexuels des adultes est d'une dizaine de jours pour les mâles et d'une vingtaine de jours pour les femelles.

Aucune ponte n'a pu être observée et le temps de maturation des œufs reste inconnu. Nous pensons cependant que, comme beaucoup de *Mermithidae* parasites d'insectes aquatiques, un assèchement des substrats où sont fixées les pontes est nécessaire, à un certain moment du cycle biologique, à la maturation des œufs ou à l'éclosion des *Mermithidae* préparasites.

7. DISCUSSION ET CONCLUSIONS.

Les effets du parasitisme par les *Mermithidae* sur les populations de simulies des pays tropicaux semblent présenter beaucoup de points communs avec ceux observés sur les populations de simulies des pays tempérés.

Lorsque la larve de simulie est parasitée jeune, le *Mermithidae* ayant atteint le stade 3 la quitte par effraction, ce qui entraîne la mort de l'hôte. Lorsque la larve de simulie est parasitée âgée, la nymphose et l'éclosion sont possibles. Le *Mermithidae* achèvera son développement chez l'imago et sa sortie entraînera également la mort de l'hôte adulte.

Chez les femelles de *S. damnosum*, les effets du parasitisme sont importants aux plans de l'épidémiologie de l'onchocercose et du contrôle vectoriel.

Si les modalités de l'alimentation sanguine ne sont pas modifiées par le parasitisme, il est possible que ce dernier perturbe le rythme de prise des repas sanguins, surtout s'il se confirme qu'il existe une relation entre prise de sang et développement parasitaire complet du *Mermithidae* (cf. 6.1.). Rappelons, à ce propos, que Lewis et Ibanez (1962) (*in* Le Berre, 1966) ont signalé une voracité plus grande des femelles de *S. exiguum* parasitées. Un raccourcissement de l'intervalle entre deux repas sanguins successifs pourrait permettre d'expliquer la proportion de femelles pares relativement élevée malgré la faible fraction de nullipares non parasitées (cf. 6.3.2.).

Nous n'avons pas étudié le parasitisme chez les femelles pondeuses. Si l'hypothèse de Welch (1964) était vérifiée (femelles parasitées remontant le courant, comme les femelles gravides, et parasites sortant par effraction au niveau des gîtes larvaires) elle pourrait expliquer la colonisation de proche en proche des rapides d'un

même cours d'eau en début de saison des pluies ainsi que le maintien des *Mermithidae* dans les cours d'eau d'une année sur l'autre. Toutefois la dissémination éventuelle des parasites est certainement contrecarrée par d'autres facteurs (physico-chimiques et autres) du milieu aquatique et sub-aquatique où se déroule la phase libre du cycle des *Mermithidae*, puisque les foyers de parasitisme restent remarquablement circonscrits bien que le pouvoir de dispersion des femelles parasitées soit, dans une large mesure, préservé.

L'effet du parasitisme sur la fécondité des femelles est indéniable, puisque la stérilisation de celles-ci par blocage du développement ovarien est quasiment systématique.

Il est enfin prouvé que les *Mermithidae* entraînent une sur-mortalité considérable des femelles parasitées.

En raison des conséquences sur le développement, la longévité, la fécondité et la mortalité, il est indéniable que le parasitisme par *Mermithidae* joue un rôle limitant notable dans la dynamique des populations de *S. damnosum*.

En zone de savane ouest-africaine l'infestation est limitée aux populations de simulies de certains affluents temporaires, pendant leur période d'écoulement (saison des pluies et début de saison sèche). Ces cours d'eau forment en général de nombreux gîtes larvaires. Cependant, durant la saison des pluies, le nombre et l'importance des gîtes sur les cours d'eau permanents sont comparativement beaucoup plus grands. Ainsi les *Mermithidae* ne jouent-ils pas de rôle régulateur sur les populations de larves de simulies durant la saison sèche et leur rôle est-il limité à certains foyers en saison des pluies.

Au niveau des femelles de *S. damnosum*, ce rôle régulateur est, de la même manière, limité, compte-tenu de la productivité plus élevée des rivières permanentes par rapport à celle des rivières temporaires. Même en cas de parasitisme ponctuel très intense, la proportion de femelles parasitées par rapport à l'ensemble de la population potentiellement vectrice reste faible.

Rubtsov (in Welch, 1964) avait affirmé que, dans certains cours d'eau, les simulies avaient totalement disparu durant plusieurs années en raison du parasitisme par les *Mermithidae* et les Microsporidies. Il est impossible d'assister, en Afrique, à une telle disparition des simulies. Le cycle biologique des insectes est, en effet, très rapidement effectué (entre trois et quatre semaines de l'œuf à l'œuf) et ce sans interruption tout au long de l'année. Le mélange des populations est également très important, particulièrement en saison des pluies, puisque, dans de bonnes conditions atmosphériques, les femelles saines de *S. damnosum* sont capables d'effectuer des vols de quelques dizaines de kilomètres (vol actif) à quelques centaines de kilomètres (vol passif).

Il conviendrait d'étudier les causes de la répartition dans le temps et dans l'espace des *Mermithidae* et les cycles biologiques complets des différentes espèces, puis d'appliquer ces résultats pour rechercher dans quelle mesure pourrait être favorisé un parasitisme plus important et peut-être moins localisé. Cela permettrait alors d'envisager une lutte biologique qui, pour être efficace, devrait s'étendre aux simulies de tous les types de cours d'eau susceptibles d'héberger le vecteur de l'onchocercose.

Manuscrit reçu au S.C.D. de l'O.R.S.T.O.M. le 1^{er} mars 1976

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1972. — La lutte contre la Mouche Noire pour la prévention de l'Onchocercose. Propositions de recherches conjointes afro-canadiennes sur l'emploi possible des mermithides comme agents de lutte biologique contre les mouches noires vectrices de l'onchocercose. *IDRC-006 f*, 12 pp.
- ANDERSON (J.R.) & DE FOLIART (G.R.), 1962. — Nematode parasitism of blackfly (*Dipera: Simuliidae*) larvae in Wisconsin. *Ann. ent. Soc. Amer.*, 55 (5): 542-546.
- BRENGUES (J.), 1973. — La filariose de Bancroft en Afrique de l'Ouest. *Thèse Université de Paris-Sud. Centre d'Orsay*, 463 pp., 6 pl.
- CARLSSON (G.), 1962. — Studies on Scandinavian Blackflies (*Simuliidae*). *Opusc. ent. Lund. Suppl.*, 21, 280 pp.
- CHRISTIE (J.R.), 1929. — Some observations on sex in the Mermithidae. *J. exp. Zool.*, 53 (1): 59-76.
- COZ (J.), 1966. — Contribution à l'étude du parasitisme des adultes d'*Anopheles funestus* par *Gastromermis* sp. (*Mermithidae*). *Bull. Soc. Path. exot.*, 59 (5): 881-889.
- CROSSKEY (R.W.), 1954. — Infection of *Simulium damnosum* with *Onchocerca volvulus* during the wet season in Northern Nigeria. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 48: 152-159.
- EDWARDS (F.W.), 1931. — Gynandromorphs and mermithogynes in nematoceros *Diptera*. *Proc. roy. ent. Soc. London*, 6: 40-41.
- FOSTER (R.), 1963. — Infestation of *Glossina palpalis* R.D., 1830 (*Diptera*) by larval *Mermithidae* Braun 1883 (*Nematoda*) in West Africa, with some comments on the parasitization. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 57 (3): 347-358.
- GARMS (R.), 1973. — Quantitative studies on the transmission of *Onchocerca volvulus* by *Simulium damnosum* in Bong Range, Liberia. *Z. Tropenmed. Parasit.*, 24 (3): 358-372.

- GORDON (R.), 1973. — Potentialities of mermithid nematodes for control of blackflies (*Diptera: Simuliidae*): a review. *Exp. Parasit.*, 33 (2): 226-238.
- LAIRD (M.), 1971. — The biological control of vectors. *Science*, 171: 590-592.
- LAIRD (M.), 1972. — A novel attempt to control biting flies with their own diseases. *Science Forum*, 5 (6): 12-14.
- LANGERON (M.), 1949. — Précis de microscopie. *Mas-son et Cie, éd., Paris*. 1430 pp.
- LE BERRE (R.), 1966. — Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (*Diptera: Simuliidae*). *Mémoire O.R.S.T.O.M.*, 17: 204 pp.
- LE BERRE (R.), 1971. — Parasitisme de *Simulium damnosum* par *Mermithidae*. *C.R. 1^{er} Multicolloque europ. Parasit. Rennes*, 1-4 sept. 1971.
- LEWIS (D.J.), 1953. — *Simulium damnosum* and its relation to onchocerciasis in the anglo-egyptian Sudan. *Bull. ent. Res.*, 43: 597-644.
- LLOYD (L.), 1912 a. — A new nematode parasite of *Glossina morsitans*. *J. Lond. Sch. trop. Med.*, 2: 41-42.
- LLOYD (L.), 1912 b. — Notes on *Glossina morsitans* Westw., in the Luanga Valley, Northern Rhodesia. *Bull. ent. Res.*, 3: 233-239.
- MUSPRATT (J.), 1945. — Observations on the larvae of tree-hole breeding Culicini (*Diptera: Culicidae*) and two of their parasites. *J. ent. S. south Africa*, 8: 13-20.
- PETERSEN (J.J.), 1972. — Factors affecting sex-ratio of a mermithid parasite of Mosquitoes. *J. Nemat.*, 4 (2): 83-87.
- PETERSEN (J.J.), 1973. — Role of mermithid nematodes in biological control of mosquitoes. *Exp. Parasit.*, 33 (2): 239-247.
- PETERSON (B.V.), 1960. — Notes on some natural enemies of Utah blackflies (*Diptera: Simuliidae*). *Canadian Ent.*, 92: 266-274.
- PHELPS (R.J.) & DE FOLIART (G.R.), 1964. — Nematode parasitism of *Simuliidae*. *Wisconsin Univ. Agr. Expt. Sta. Res. Bull.*, 245: 78 pp.
- PHILIPPON (B.), 1976. — Etude de la transmission d'*Onchocerca volvulus* (Leuckart, 1893) (*Nematoda, Onchocercidae*) par *Simulium damnosum* (*Diptera, Simuliidae*) en Afrique tropicale. *Thèse Univ. Paris-Sud, Centre d'Orsay*, 290 pp., multigr.
- QUILLÉVÉRÉ (D.) & PENDRIEZ (B.), 1975. — Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. II. Répartition des cytotypes en Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM sér. Ent. Méd. Parasitol.*, vol. XIII, n° 3: 166-172.
- RUBTSOV (I.A.), 1958. — (On the gynandromorphes and intersexes in Blackflies). *Zool. Zh.*, 37: 458-461.
- RUBTSOV (I.A.), 1966. — (Contribution à l'étude de l'ontogenèse des Mermis parasites des diptères suceurs de sang). *Trudy gelmintolog. laboratorii*, 27: 128-156.
- STRICKLAND (E.H.), 1911. — Some parasites of *Simulium* larvae and their effects on the development of the host. *Biol. Bull.*, 21: 302-338.
- THOMSON (W.E.F.), 1947. — Nematodes in tsetse. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 41: 164-165.
- WELCH (H.E.), 1961. — Nematodes as agents for insect control. *Proc. ent. Soc. Ontario*, 92: 11-19.
- WELCH (H.E.), 1964. — Mermithid parasites of Blackflies. *Bull. Org. mond. Santé*, 31: 857-863.
- WELCH (H.E.), 1965 a. — Entomophilic nematodes. *Ann. Rev. Ent.*, 10: 275-302.
- WELCH (H.E.), 1965 b. — The role and use of nematodes in the regulation and control of insects of medical importance. *Proc. XIIIth intern. Congress Ent., London*, (1964).