

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

III. Elevage de *Isomermis* sp.
et infestation en laboratoire de *Simulium damnosum* s.l. ⁽¹⁾

Bernard MONDET *
Daniel BERL *
Jacques BERNADOU *

RÉSUMÉ.

Isomermis sp. est une des espèces de *Mermithidae* parasites des larves et des adultes de *Simulium damnosum* Theobald, 1903, en Afrique de l'Ouest. Le cycle parasitaire peut s'accomplir, soit chez la larve, soit chez la larve puis l'adulte, selon le stade larvaire infesté. En laboratoire, le cycle complet a été obtenu (chez la larve de l'insecte) en un mois, avec une phase parasitaire de 10 à 16 jours et une phase libre de 15 à 23 jours.

MOTS CLÉS : *Simuliidae* – parasitisme – élevage – transmission.

ABSTRACT.

Isomermis sp. is a *Mermithid* species which parasitizes larvae and adults of *Simulium damnosum* Theobald 1903, in West Africa. The parasitic stage can occur either in the larvae, either in the larvae then the adult, according to the larval stage infested. In the laboratory, the whole cycle has been completed in one month (in *S. damnosum* larvae) with a parasitic stage of 10-16 days and a free-living stage of 15-23 days.

KEY WORDS : *Simuliidae* – parasitism – breeding – transmission.

INTRODUCTION.

Jusqu'à une période très récente, l'étude expérimentale du parasitisme des Simulies par les *Mermithidae* a été abordée exclusivement en Amérique du Nord. Les cycles biologiques de *Isomermis wisconsinensis* Welch, 1962 et de *Gastromermis viridis* Welch, 1962 ont été remarquablement étudiés et décrits par Phelps et De Foliart (1964) chez *Simulium vittatum* Zett. La phase parasitaire était, en laboratoire, de 10 à 14 jours et le cycle complet de 30 à 49 jours. Cependant, le pourcentage d'infestation chez les larves de simulies était faible

(5 %) et moins de 1 % des femelles de *I. wisconsinensis* était capable de pondre.

En 1975, Molloy et Jamnback ont réalisé des infestations en laboratoire de larves de *S. vittatum* par *Neomesomermis fluminalis* Welch, 1962 (Nickle, 1972). Le pourcentage d'infestation des larves, élevées dans l'eau courante, variait de 40 à 80 % chez les deux premiers stades et était voisin de 2 % chez tous les autres stades. Le cycle n'a pas été étudié et 41,9 % des stades 1 et 2 étaient morts ou moribonds 24 heures après l'infestation.

Finney, en 1975, a montré que l'infestation de si-

* Entomologistes médicaux de l'O.R.S.T.O.M. Adresse actuelle : Institut de Recherches sur l'Onchocercose, 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 recherches passée entre cet organisme et l'O.C.C.G.E. (Organisation de Coordination et de Coopération pour la lutte contre les Grandes Endémies, Bobo-Dioulasso, Haute-Volta).

mulies néarctiques par *Reesimermis nielseni* Tsai et Grundmann, 1969 (= *Romanomeris culicivora* Ross et Smith, 1976), parasite de moustique, était possible au laboratoire. Ce même Mermithidae est également capable d'infester les trois premiers stades de *S. damnosum* (Hansen, 1976).

Les présents résultats concernent une espèce (*) autochtone d'*Isomeris* Coman, 1953, qui parasite naturellement les populations de *Simulium damnosum* s.l. sur la rivière Marahoué dans le centre de la Côte d'Ivoire.

1. MÉTHODOLOGIE.

1.1. Récolte des Mermithidae post-parasites.

Des larves de simulies récoltées sur le terrain sont mises en survie dans un aquarium muni d'aérateurs et les Mermithidae sont récoltés durant les jours suivants, sur les substrats ou au fond de l'aquarium (Mondet *et al.*, 1976).

1.2. Elevage des Mermithidae adultes.

Les post-parasites sont mis en élevage dans des boîtes de Pétri contenant du sable stérilisé et de l'eau du robinet filtrée et purifiée. Eau et sable sont changés tous les jours pendant trois jours puis une fois tous les trois jours, ce qui évite l'apparition de champignons et limite le développement du zooplancton (Mondet *et al.*, *loc. cit.*).

1.3. Elevage des larves de simulies.

Les larves de *S. damnosum* s.l. sont récoltées sur le terrain et mises en élevage au laboratoire dans un aquarium avant et après l'infestation. Cinquante larves au maximum, des stades 3 à 7, sont élevées dans un demi-litre d'eau (eau du robinet filtrée et purifiée), une surpopulation entraînant une importante mortalité. Chaque jour l'eau est changée et de la nourriture est donnée aux larves (régime végétal Tetra R pour poissons). Un agitateur magnétique et un aérateur fonctionnent simultanément durant dix jours puis, pour ne pas endommager les post-parasites libres, l'agitateur est retiré. La température de l'eau varie de 23 à 28 °C.

1.4. Infestation.

La récolte des pré-parasites se fait en aspirant l'eau des boîtes de Pétri grâce à une pipette. On fait une estimation du nombre de pré-parasites et d'œufs par dilutions successives.

(*) La description de tous les stades de cette espèce est en cours (Mondet, à paraître).

Deux séries d'infestation en eau calme ont été tentées dans un millilitre d'eau, pendant deux heures : l'une avec une larve isolée et 12 pré-parasites, l'autre avec 10 larves et 50 pré-parasites. Aucune pénétration n'a pu être observée directement et les Mermithidae ne montrent aucun tropisme envers les larves de simulies même quand ils sont en contact. Les larves ont été ensuite élevées individuellement, mais de mauvaises conditions d'élevage ne nous ont pas permis de mener à bien ces expériences. Ces méthodes ont été abandonnées au vu des résultats des autres infestations.

Pour les infestations en eau agitée la cinquantaine de larves de simulies est transférée dans un faible volume d'eau (125 cc) et mise en présence de 600 pré-parasites durant deux heures. Seul fonctionne l'agitateur magnétique. Les larves de simulies sont ensuite remises dans leur aquarium d'origine (cf. 1.3.).

2. RÉSULTATS.

2.1. Phase libre de *Isomeris* sp.

a. *Post-parasites* : les post-parasites possèdent des ébauches d'organes sexuels ce qui permet de différencier les mâles des femelles, qui ont une taille en général plus importante. Les mâles mesurent de 9 à 13 mm et les femelles de 13 à 17 mm. Les post-parasites se débarrassent des cuticules de leurs deux dernières mues simultanément (Poinar, 1974) en trois à quatre jours en circulant à l'intérieur du sable où ils s'enfoncent au plus profond.

b. *Adultes* : mâles et femelles se rassemblent et forment un peloton à l'intérieur duquel se fait la copulation qui n'a jamais été observée. La ponte débute dix à douze jours après la sortie des post-parasites des larves de simulies et s'étale sur plusieurs jours, trois en moyenne. Les œufs mesurent entre 60 et 65 μ . Ils sont sphériques et entourés d'une fine couche gélatineuse qui leur permet d'adhérer faiblement au substrat.

c. *Pré-parasites* : les embryons puis les pré-parasites sont visibles trois jours après la ponte. A l'éclosion, après 2 à 5 jours, les pré-parasites sont très mobiles et nagent par ondulation générale du corps. Ils semblent actifs surtout les deux premiers jours. Ils mesurent entre 225 et 300 μ .

REMARQUES SUR LA BIOLOGIE.

Chez une femelle, isolée avant l'accouplement, tous les gamétocytes se développent simultanément mais restent bloqués après la vitellogenèse. A ce stade le corps de la femelle est occupé à moitié par le trophosome (non vacuolisé) et à moitié par les ovaires. Une femelle a pu vivre un mois dans ces conditions puis, mise en présence d'un mâle, l'accouplement s'est effectué et la ponte

a débuté deux jours après. Cependant la femelle, trop affaiblie, n'a pondu que quelques centaines d'œufs.

Les post-parasites ne résistent pas aux basses températures en raison de leur incapacité de se débarrasser de leur cuticule. Les adultes, par contre, avant ou après la ponte pour les femelles, avant ou après la copulation pour les mâles, résistent très bien aux basses températures. Une première expérience a été réalisée en maintenant huit adultes (mâles et femelles) pendant huit jours à 4 °C et aucune mortalité n'a été constatée. Dans une seconde expérience, des adultes de différentes espèces ont été maintenus à 4 °C pendant quatre semaines. Les adultes de *Isomermis* sp. ont résisté, contrairement à ceux de *Gastromermis* sp. Des œufs prêts à éclore résistent au froid également, mais l'éclosion ne se fait pas quand on les remet à la température du laboratoire, quoique le premier jour on puisse voir les mouvements des pré-parasites à l'intérieur des œufs. Les adultes, les œufs et les pré-parasites ne résistent pas à un assèchement total du sable.

Si une femelle ne peut pondre par suite d'une obstruction accidentelle de la vulve, les œufs fécondés dans les ovaires commencent à se diviser à l'intérieur du corps de la femelle et peuvent atteindre le stade morula. Si l'on parvient à dégager la vulve sans dommage pour la femelle, la ponte s'effectue alors immédiatement et les œufs se développent normalement. Dans le cas contraire la femelle meurt rapidement.

2.2. Phase parasitaire de *Isomermis* sp.

2.2.1. INFESTATION DE *S. damnosum*.

Dans ces expériences, le pourcentage d'infestation général était de 30 %; le nombre de parasites par larve, sur quinze larves disséquées, variait de zéro à huit; trente-six Mermithidae parasites ont été retrouvés à la dissection étalée sur dix jours (dont deux « croissants » chez une nymphe le troisième jour, cf. 2.2.2.).

Les pré-parasites semblent pénétrer par effraction à l'intérieur des larves de simulies, principalement au niveau de la tête. Les Mermithidae seraient captés par les éventails prémandibulaires des larves de tous les stades et pénétreraient par effraction au niveau de la tête et des pièces buccales. Aucun pré-parasite n'a été trouvé dans l'œsophage sur les centaines de larves disséquées au cours de nombreuses expériences faites en deux ans sur différentes espèces de simulies et de Mermithidae. Durant les premières heures suivant la pénétration plus de la moitié des parasites se trouvent dans la tête de la larve, le pourcentage baissant ensuite en relation avec l'augmentation de la taille du parasite. La sortie par effraction du Mermithidae du corps de l'hôte entraîne toujours la mort de ce dernier.

Le cycle n'a été suivi que chez les larves de *S. dam-*

nosum. La phase parasitaire dure entre 10 et 16 jours. Huit post-parasites (six mâles et deux femelles) ont été récoltés et mis en élevage, les femelles étant apparues les dernières, les quinzième et seizième jours après l'infestation. Après les deux dernières mues et la copulation une seule femelle a survécu et a pondu environ 500 œufs qui ont servi à réaliser une seconde infestation en laboratoire.

2.2.2. EVOLUTION MORPHOLOGIQUE DES PARASITES.

Dans les conditions de développement les plus rapides, on observe un très léger accroissement de taille du pré-parasite, aboutissant à la forme typique de « croissant », les trois premiers jours. L'accroissement est, ensuite, extrêmement rapide : en six jours la taille du parasite passe de 400-500 μ à 14 mm et plus, soit cinquante fois la longueur du pré-parasite.

Cependant le développement du croissant peut être beaucoup moins rapide, puisque l'on en trouve, vivants, dix jours après l'infestation. D'une part ce phénomène n'est pas lié au pluri-parasitisme puisqu'il a été observé chez une larve contenant un seul parasite comme chez une larve en contenant cinq dont le plus grand mesurait 5,27 mm. D'autre part, ce phénomène n'est pas lié à une sous-alimentation, les larves de simulies ayant toutes à leur disposition la même quantité, suffisante, de nourriture.

2.3. Cycle biologique de *Isomermis* sp. (cf. schéma).

En laboratoire le cycle biologique de cette espèce d'*Isomermis* chez *Simulium damnosum* est compris entre 25 et 39 jours, se décomposant en une phase parasitaire de 10 à 16 jours et une phase libre de 15 à 23 jours.

Dans la nature, comme au laboratoire, les Mermithidae infestant des larves âgées passent chez les adultes et s'y développent (Mondet *et al.*, 1976).

La pénétration du Mermithidae pré-parasite a lieu chez la larve du 7^e stade (ou chez la nymphe?). La nymphose n'est pas perturbée et dure donc, en moyenne, trois jours. Les femelles capturées sur appât humain ont des parasites qui, au vu de leur taille, permettent d'estimer l'âge de la femelle à 2-3 jours. Si les femelles capturées gorgées sont conservées vivantes au laboratoire dans une cage obscure, la sortie naturelle des post-parasites a lieu 5 à 7 jours après le repas de sang.

La durée de la phase parasitaire peut ainsi être estimée à 10-14 jours chez les femelles.

La suite du cycle est identique avec, cependant, un temps de maturation des post-parasites un peu plus long de un à deux jours. En effet, à la sortie des femelles de *S. damnosum*, les Mermithidae ont des organes sexuels moins bien développés qu'à la sortie des larves de simulies.

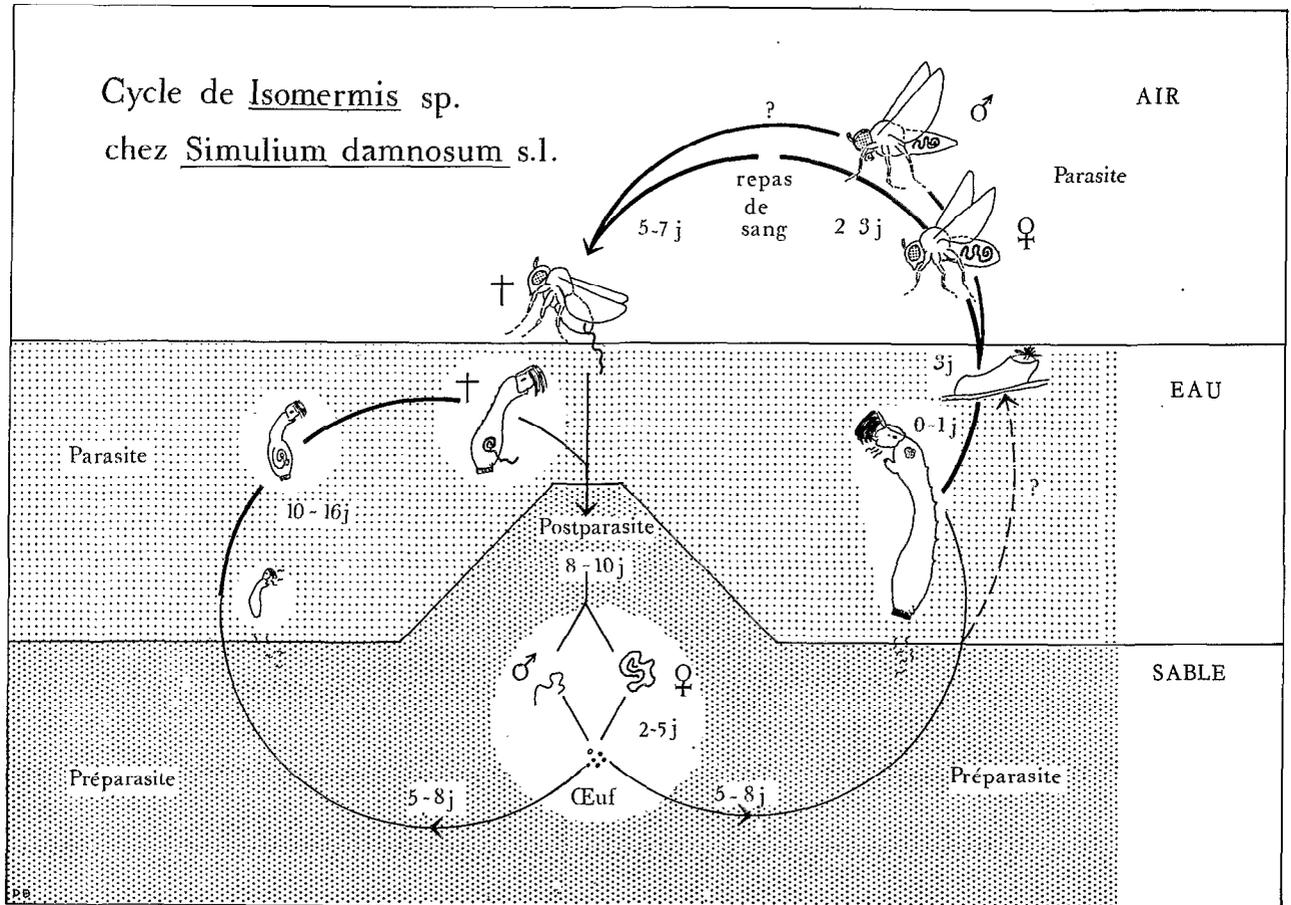


FIG. 1. — Etude du parasitisme des simuliés (*Diptera, Simuliidae*) par des *Mermithidae* (*Nematoda*) en Afrique de l'Ouest. III. Elevage de *Isomermis* sp. et infestation de *Simulium damnosum* en laboratoire.

3. DISCUSSION ET CONCLUSION.

Les recherches actuellement en cours ont pour but d'évaluer la possibilité d'utilisation des *Mermithidae* dans une lutte biologique contre *Simulium damnosum*, vecteur de l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. Plusieurs espèces de *Mermithidae* existent dans les cours d'eau et appartiennent aux genres *Gastromermis*, *Mesomermis*, *Isomermis* et à un nouveau genre. L'espèce étudiée ici est la plus fréquente, aussi bien dans les petits que dans les moyens cours d'eau temporaires de saison des pluies, contrairement aux deux espèces de *Gastromermis* existant surtout dans les petits cours d'eau. Aucune population de *Mermithidae* ne s'établit dans les grands cours d'eau permanents, sauf localement et temporairement.

Les cours d'eau servant de biotopes habituels aux *Mermithidae* ne coulant pas pendant une partie de la

saison sèche, le nombre de cycles biologiques de *Isomermis* sp. peut être estimé à six à huit par année. Durant la saison sèche, les *Mermithidae* se retrouvent dans le sable du lit des rivières. Nous avons trouvé de tels adultes (mâles de *Gastromermis* sp.), dans le sable humide, qui avaient plus de six mois d'existence. Peut être les œufs sont-ils également capables, non de résister à la dessiccation, mais de résister à la saison sèche si le sable reste humide. En effet, la plupart des cours d'eau temporaires possèdent des flaques d'eau permanentes d'une saison des pluies à l'autre. L'éclosion des œufs se produirait alors à la remise en eau de la rivière qui entraîne toujours une grande variation dans la composition physico-chimique de l'eau, ce qui pourrait représenter un stimulus favorisant l'éclosion.

Les résultats de nos expériences montrent qu'il est relativement aisé d'élever en laboratoire des *Mermithidae* parasites de simuliés. Le problème majeur demeure

la production de masse des parasites pour une utilisation des Mermithidae dans une campagne de lutte biologique contre les simulies. En effet, l'élevage de *S. damnosum* reste toujours irréalisable en raison de l'impossibilité de prise de repas sanguin et de copulation en cage des adultes.

Des études en cours (Finney, com. pers.) montrent qu'il est possible actuellement d'élever *Romanomermis culicivorax* *in vitro*. Des essais vont avoir lieu pour élever de la même façon *Isomermis* sp.

L'aboutissement des recherches sur la production de masse des Mermithidae ouest-africains *in vivo* ou *in vitro* permettront les premiers essais d'infestation des gîtes larvaires de simulies dans la nature. Cependant, des infestations seront prochainement tentées sur le terrain à petite échelle contre les simulies ouest-africaines en utilisant *Romanomermis culicivorax* dont l'élevage de masse est parfaitement au point (Petersen, 1972).

Manuscrit reçu au Service des Publications le 5 avril 1977.

BIBLIOGRAPHIE

FINNEY (J. R.), 1975. — The penetration of three simuliid species by the nematode *Reesimermis nielsenii*. *Bull. W.H.O.*, 52 : 235.
 HANSEN (E.) & HANSEN (J.), 1976. — Parasitism of *Simulium damnosum* by *Romanomermis culicivorax*. *I.R.C.S. Medical Science*, 4 : 508.
 Lutte (la) 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, 1972. — *IDRC-006 F.*, International Development Research Centre, Ottawa.
 MOLLOY (D.) & JAMNBACK (H.), 1975. — Laboratory transmission of mermithids parasitic stages in blackflies (Simuliidae). *Mosq. News*, 35 : 337-342.
 MONDET (B.), PENDRIEZ (B.) et BERNADOU (J.), 1976. — Etude du parasitisme des simulies (Diptera) par des Mermithidae (Nematoda) en Afrique de l'Ouest. I : Observations préliminaires sur un cours d'eau temporaire de savane. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIV, n° 2 : 141-149.
 MONDET (B.), POINAR Jr. (G.O.) et BERNADOU (J.), 1977. — Etude du parasitisme des simulies (Diptera) par des Mermithidae (Nematoda) en Afrique de l'Ouest. II : Description de deux nouvelles espèces de *Gastromermis*. *Can. J. Zool.*, à paraître.
 MONDET (B.), POINAR Jr. (G.O.) et BERNADOU (J.), 1977. — Etude du parasitisme des simulies (Diptera) par des Mermithidae (Nematoda) en Afrique de l'Ouest. IV : Description de *Isomermis lairdi*, n. sp., parasite de *Simulium damnosum*. *Can. J. Zool.*, à paraître.
 PETERSEN (J. J.) & WILLIS (O. R.), 1972. — Procedures for the mass-rearing of a mermithid parasite of mosquitoes. *Mosq. News*, 32, 2 : 226-230.
 PHELPS (R.J.) & DE FOLIART (G.R.), 1964. — Nematode parasitism of Simuliidae. *Wisconsin Univ. Agr. Expt. Sta. Res. Bull.*, 245 : 78 p.
 POINAR Jr. (G.O.) & OTIENO (W.A.), 1974. — Evidence of four molts in the Mermithidae. *Nematologica*, 20 : 370.

ERRATUM

Etude du parasitisme des simulies (Diptera) par des Mermithidae (Nematoda) en Afrique de l'ouest : I. Observations préliminaires sur un cours d'eau temporaire de savane.

Mondet B. *et al.*, *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. et Parasitol.*, vol. XIV, n° 2, 1976, 141-149.

Page 148, 4^e paragraphe, lire :

« ...il est indéniable que le parasitisme par Mermithidae joue un rôle limitant notable dans la dynamique de certaines populations de *S. damnosum* » et non pas : « dans la dynamique des populations... ».