

LE TRANSIT INTESTINAL CHEZ LES LARVES
DU COMPLEXE *SIMULIUM DAMNOSUM* (DIPTERA, SIMULIIDAE)
EN AFRIQUE DE L'OUEST

III. INFLUENCE DU STADE LARVAIRE,
DU NYCTHEMERE ET DE LA SAISON*

par

P. ELSÉN

Institut de Médecineropicale, Laboratoire de Zoologie Médicale,
Nationalestraat 155, B-2000 Antwerpen, Belgique

Résumé — La vitesse du transit digestif chez les larves du complexe *S. damnosum* est plus rapide chez les jeunes larves que chez les larves âgées. Cette vitesse présente une allure bimodale au cours du nyctémère avec un maximum diurne non expliqué et un maximum nocturne corrélé au maximum nocturne de dérive du plancton. Le phénomène est indépendant du stade larvaire et de l'espèce. Enfin, la vitesse du transit est plus rapide durant la période des crues, ceci en relation avec l'augmentation quantitative et qualitative de la nourriture disponible. L'auteur résume par un schéma l'ensemble des trois parties de ce travail en attirant l'attention sur l'importance des variations observées dans le cadre de la lutte par les larvicides.

KEYWORDS : *Simulium damnosum*; Larvae; Intestinal Transit.

Introduction

La lutte contre les vecteurs de l'Onchocercose s'effectue au niveau de leurs larves, qui sont aquatiques, et les produits utilisés agissent après ingestion. Il est dès lors nécessaire de connaître les divers aspects de la nutrition des larves afin de permettre une approche moins empirique des doses minimales à employer avec un effet létal. Dans cette optique, la vitesse d'ingestion en est l'aspect majeur. Or, la progression du bol alimentaire est arrêtée si les larves sont placées dans de l'eau filtrée ou de l'eau contenant très peu d'éléments en suspension (Elouard & Elsen, 1977). La vitesse d'ingestion est dès lors reflétée par la vitesse de progression du bol alimentaire ou vitesse du transit digestif.

Divers paramètres biotiques et abiotiques influençant cette vitesse du transit digestif ont été abordés dans les deux premières parties (Elsen *et al.*, 1978; Elsen & Hébrard, 1979). Nous étudierons ici l'influence du stade larvaire et la variation du transit digestif en fonction du moment où elle est observée : l'heure et la saison.

Techniques utilisées

Toutes les expériences ont été réalisées *in situ* dans le gîte de Danangoro (Côte d'Ivoire) à la limite entre la forêt et la savane. Afin de marquer

(*) Ce travail a bénéficié d'une convention passée entre l'Organisation Mondiale de la Santé et l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, dans le cadre de la Lutte contre l'Onchocercose en Afrique de l'Ouest.

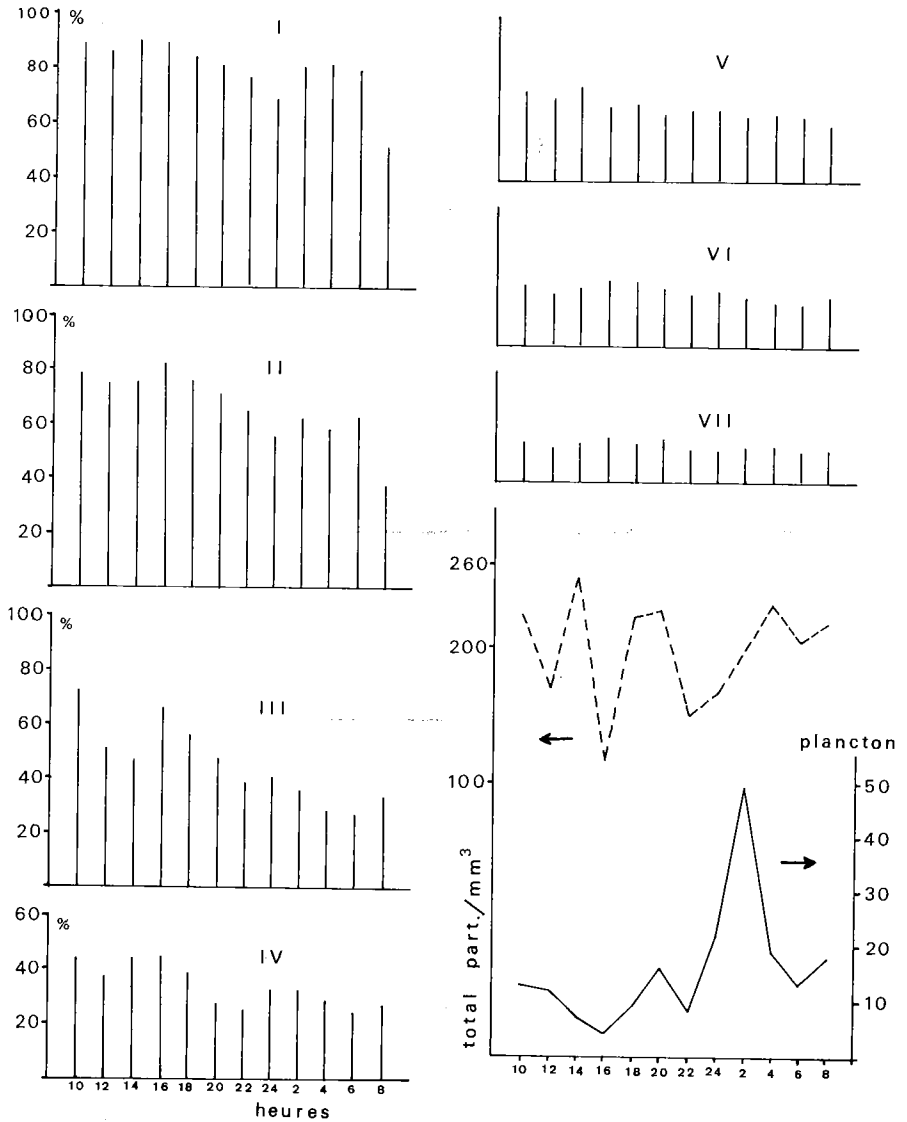
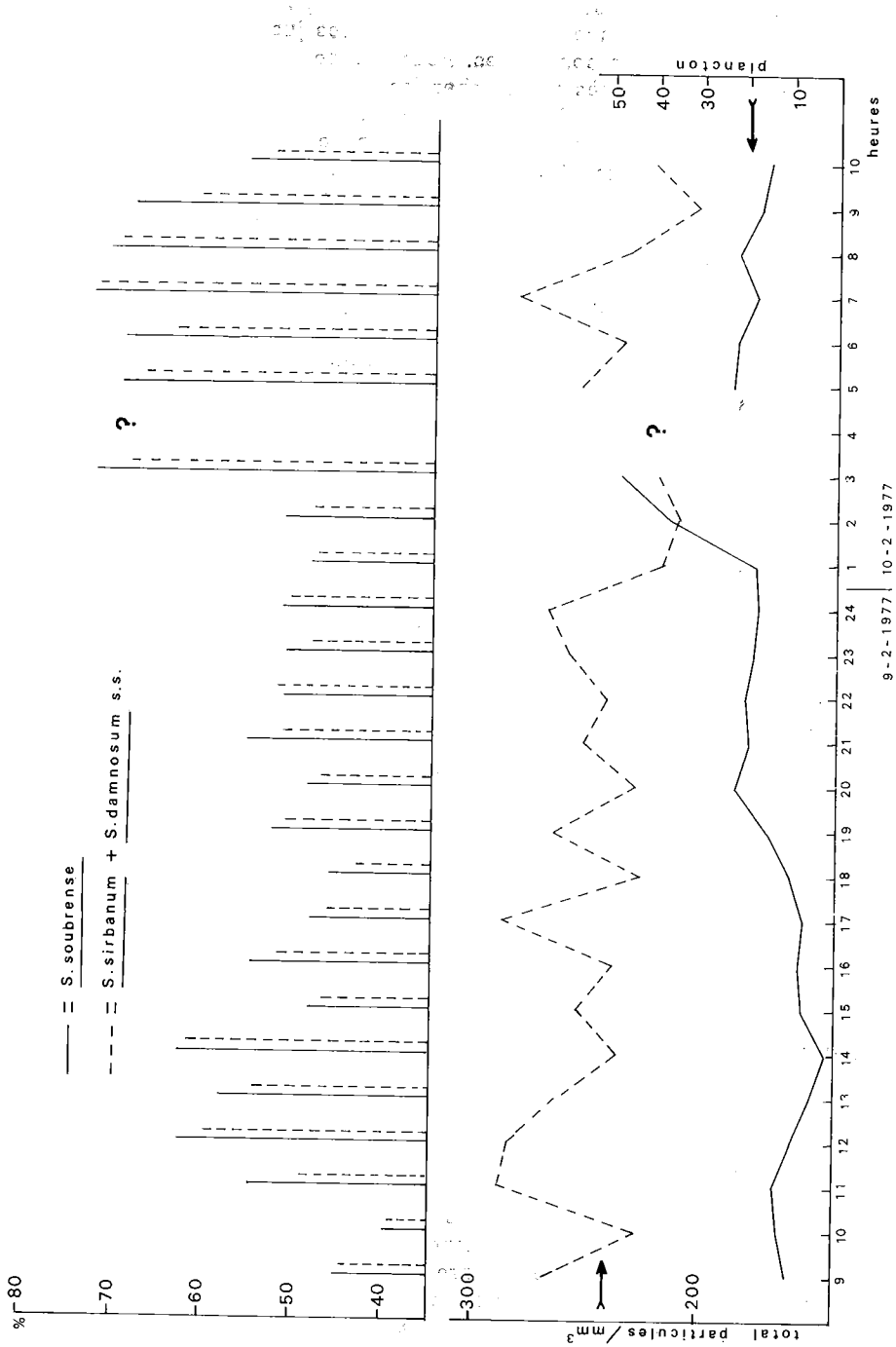


Figure 1 ▲

Longueurs relatives du tube digestif parcourues par le bol alimentaire en fonction de l'heure et du stade larvaire (Danangoro, Côte d'Ivoire, mars 1976) ainsi que la courbe de dérive planctonique et celle du nombre total des particules en suspension.

Figure 2 ►

Longueurs relatives du tube digestif parcourues par le bol alimentaire en fonction de l'heure et de l'espèce (Danangoro, Côte d'Ivoire, février 1977) ainsi que la courbe de dérive planctonique et celle du nombre total des particules en suspension. (Les données de 4 heures du matin manquent suite à une défaillance.)



le bol alimentaire, une suspension saturée de poudre mouillable fluorescente rouge est déversée pendant 30 secondes juste en amont du support sur lequel les larves sont fixées. Pour l'étude du stade larvaire, étant donné que le transit est très rapide chez les jeunes larves, les échantillons sont prélevés 2 minutes après le passage du marqueur, tués au formol et examinées ultérieurement au laboratoire. En ce qui concerne le nycthémère et les saisons, nous n'avons considéré que le stade VII plus facile à manipuler, le temps d'expérience entre le passage du marqueur et la récolte des larves étant ici porté à 15 minutes. Lors de chaque marquage, un échantillon d'eau est prélevé pour déterminer la quantité totale des éléments naturels en suspension et la proportion représentée par le plancton. La température de l'eau et la vitesse du courant furent également mesurées.

Etant donné que les caractères morphologiques spécifiques sont trop subtils entre *S. damnosum* s.s. et *S. sirbanum*, nous avons groupé ces deux espèces et les avons séparées de *S. soubrense* par la présence ou l'absence de tubercules dorsaux.

Résultats

1. Influence du stade larvaire

Dans une première étude en milieu artificiel (Elouard & Elsen, 1977), nous avons remarqué que les jeunes larves présentent en moyenne une vitesse absolue du transit (longueur *réelle* parcourue) plus lente que chez les larves âgées, mais ces différences sont, dans la majorité des cas, peu importantes. Par contre, étant donné que la taille des larves est proportionnelle à leur âge, les jeunes larves manifestent une vitesse relative de transit (longueur *relative* parcourue) nettement plus rapide que celle des larves âgées. Un transit complet est beaucoup plus vite réalisé chez les jeunes larves.

Ces expériences ont été reprises dans la rivière et les résultats obtenus confirment ceux exposés ci-dessus (fig. 1). La différence réside dans le temps des expériences. Dans nos expériences *in situ* le temps de nutrition fut de deux minutes tandis que dans nos expériences antérieures utilisant des récipients dont l'eau était oxygénée par des aérateurs à bulles, ce temps était de deux heures ! La concentration des particules et la vitesse du courant (Elsen & Hébrard, 1979) sont vraisemblablement à l'origine de ces différences de temps pour l'obtention de longueurs parcourues similaires.

2. Influence du nycthémère

Les figures 1 et 2 nous indiquent que, quel que soit le stade larvaire ou l'espèce concernée, la courbe nycthémérale de la vitesse du transit digestif est la même. Cette courbe est bimodale, le pic nocturne semblant en relation étroite avec le pic nocturne de dérive du plancton. Il n'y a par contre aucune relation avec le nombre total des particules, ni avec la température de l'eau qui varie très peu entre le jour et la nuit.

La modulation temporelle du phénomène est ici nettement plus précise que dans les expériences antérieures en milieu artificiel. Cela provient vraisemblablement du fait que les larves placées en aquarium se sont

trouvées dans des conditions défavorables de courant et de turbidité. Il n'en reste pas moins que la vitesse du transit y est un peu plus rapide la nuit (Elouard & Elsen, 1977).

3. Influence de la saison

Pour diverses raisons, nous n'avons pu réunir que des données fragmentaires concernant ce paramètre. Toutefois, les quelques données rassemblées au tableau I montrent que, dans un même gîte, la corrélation est très nette entre la vitesse du transit digestif et les variations de la quantité de particules passant par unité de temps ($r = 0,9765$ pour *S. soubrense*; $r = 0,9664$ pour l'ensemble des deux autres espèces *S. sirbanum* et *S. damnosum* s.s.). Le jeu combiné de la vitesse du courant et du nombre de particules par mm^3 d'eau de rivière fournit un plus grand nombre de particules par seconde lors des crues.

Discussion

1. Influence du stade larvaire

Fredeen (1964), Kurtak (1973) et Schröder (1979) signalent que la vitesse relative du transit digestif respectivement chez *S. venustum*, *S. pictipes* et *Odagmia ornata* est la même pour tous les stades larvaires. Par contre, Mulla & Lacey (1976) montrent que ce temps varie d'un stade larvaire à l'autre chez *S. vittatum*. Wotton (1978a, b) confirme cette observation chez *S. truncatum*, *S. argyreatum* et *Metacnephia tredecimatum*, et que nous confirmons à notre tour chez *S. damnosum* s.l.

Les différences observées entre les stades larvaires impliquent deux conséquences importantes : d'une part, une particule ingérée par une jeune larve restera moins longtemps en contact avec la paroi de son tube digestif que chez une larve âgée; d'autre part, le volume ingéré par unité de temps sera proportionnellement plus élevé chez les jeunes stades larvaires. Ce deuxième aspect compense le premier et explique la raison pour laquelle les jeunes larves se décrochent de leurs supports plus vite que les larves âgées lors des épandages d'insecticides. Il se peut toutefois que les jeunes larves soient intrinsèquement plus sensibles que les larves âgées sans que la question de quantité ingérée n'intervienne.

2. Influence du nyctémère

L'allure bimodale de la courbe nyctémérale de la vitesse du transit digestif chez les larves de *S. damnosum* s.l. s'explique difficilement. Nous en sommes réduits à procéder par élimination des paramètres qui ne semblent pas intervenir dans ce phénomène. La température de l'eau peut être écartée vu ses très faibles variations. Les larves provenant toutes du même endroit, la vitesse du courant est constante et ne joue donc aucun rôle dans les variations observées. L'amplitude du phénomène varie en fonction du stade larvaire et de l'espèce mais ces deux paramètres n'influent pas son allure générale.

La concentration en particules est plus délicate à interpréter. La courbe nyctémérale du nombre total des particules ne présente aucune corrélation avec celle de la vitesse du transit digestif. Par contre, celle des éléments planctoniques prise isolément manifeste une corrélation positive la nuit et négative le jour. La corrélation positive nocturne pourrait trouver

TABLEAU 1
 Variations de la vitesse du transit au cours de l'année 1977, à 13 heures, à Danangoro,
 chez le stade larvaire VII, en fonction de divers paramètres. Durée de chaque expérience : 15 minutes

Dates	Température de l'eau en °C	Vitesse du courant cm/sec.	Nbre particules par mm ³	Part./sec./mm ²	Longueurs relatives parcourues	
					S. damnosum s.s. + S. siribatum	S. soubrense
25 janvier	28	100	242	242.000	45,67	50,48
9 février	28,5	110	262	288.200	53,09	58,84
9 mars	28	80	290	232.000	46,34	51,76
21 avril	29	105	296	310.800	57,07	60,75
23 mai	30	120	222	266.400	53,50	54,07
juin						
juillet	Pas de données					
9 août	27	150	220	330.000	63,12	65,72
17 septembre	27,5	160	273	436.800	70,48	73,17
octobre						
9 novembre	Crues : pas de larves 27,5	120	214	256.800	50,86	54,16
décembre	Pas de données					

son explication dans une augmentation de la qualité nutritive des éléments ingérés (Elsen & Hébrard, 1979). La corrélation négative diurne semble cependant démentir cette possibilité. Un examen plus attentif pourtant montre que les amplitudes des deux pics de vitesse du transit varient entre elles d'une expérience à l'autre, tandis que la courbe nycthémerale du plancton présente la même allure dans les deux expériences. Elle correspond d'ailleurs aux courbes de dérive de la faune aquatique qui présente une activité plus grande la nuit (Anderson, 1966; Disney, 1972; Elouard & Levêque, 1977; Kureck, 1979; Neveu, 1974; Steine, 1972). On peut dès lors supposer que le pic nocturne de la vitesse du transit est lié à cette activité nocturne de la faune aquatique et par conséquent au pic de dérive du plancton.

Vu la relative constance du pic nocturne du plancton, cela expliquerait la présence, bien qu'atténuée, du pic nocturne de vitesse du transit dans les expériences en milieu artificiel (Elouard & Elsen, 1977), montrant ainsi l'existence d'un rythme circadien qui serait lié à la courbe de dérive du plancton. La présence de ce rythme endogène est peut-être à l'origine du pic diurne mais cette hypothèse est à vérifier. En Europe, il semble que *Odagmia ornata*, un autre Simuliidae, se nourrisse au printemps peu le matin et les traitements à l'Abate effectués dans les Vosges se sont révélés peu efficaces le matin, meilleurs l'après-midi (Mouchet, com. pers.).

Il est également important de noter que les larves mangent à toutes heures du jour et de la nuit. Il n'existe pas de période de repos comme chez les adultes. Les larves ne semblent s'arrêter de manger que lorsqu'elles se déplacent où qu'elles sont dérangées par un brusque changement du milieu. Ces arrêts temporaires d'ingestion relativement brefs mais assez fréquents sur des supports fortement colonisés (compétition inter- et intraspécifiques) jouent certainement un rôle important dans les variations de la vitesse du transit digestif observées à l'intérieur de chaque échantillon de larves examinés.

3. Influence de la saison

Cette action de la qualité nutritive du milieu contribue vraisemblablement aussi pour une part non négligeable dans les variations saisonnières de la vitesse du transit. Nous ne possédons pas de données à ce sujet mais les observations de Samman & Thomas (1978), au Ghana, sur la dérive planctonique contribuent à notre hypothèse. Ces auteurs en effet observent que la dérive planctonique augmente de mars à juillet, c'est-à-dire durant la saison sèche et les premières pluies. Elle est donc maximale lors des crues, ce qui expliquerait en partie nos observations. Cela peut également expliquer en partie les raisons pour lesquelles les populations simuliennes sont plus denses en saison des pluies lors de la stabilisation du niveau des eaux.

Conclusions

Les actions combinées des paramètres exposés dans le présent travail ainsi que ceux qui ont fait l'objet des deux premières parties (Elsen *et al.*, 1978; Elsen & Hébrard, 1979) peuvent être résumées en un schéma exposé à la figure 3. Loin d'être exhaustif, ce schéma nous permet cependant de mieux comprendre les raisons des variations observées. Il n'explique

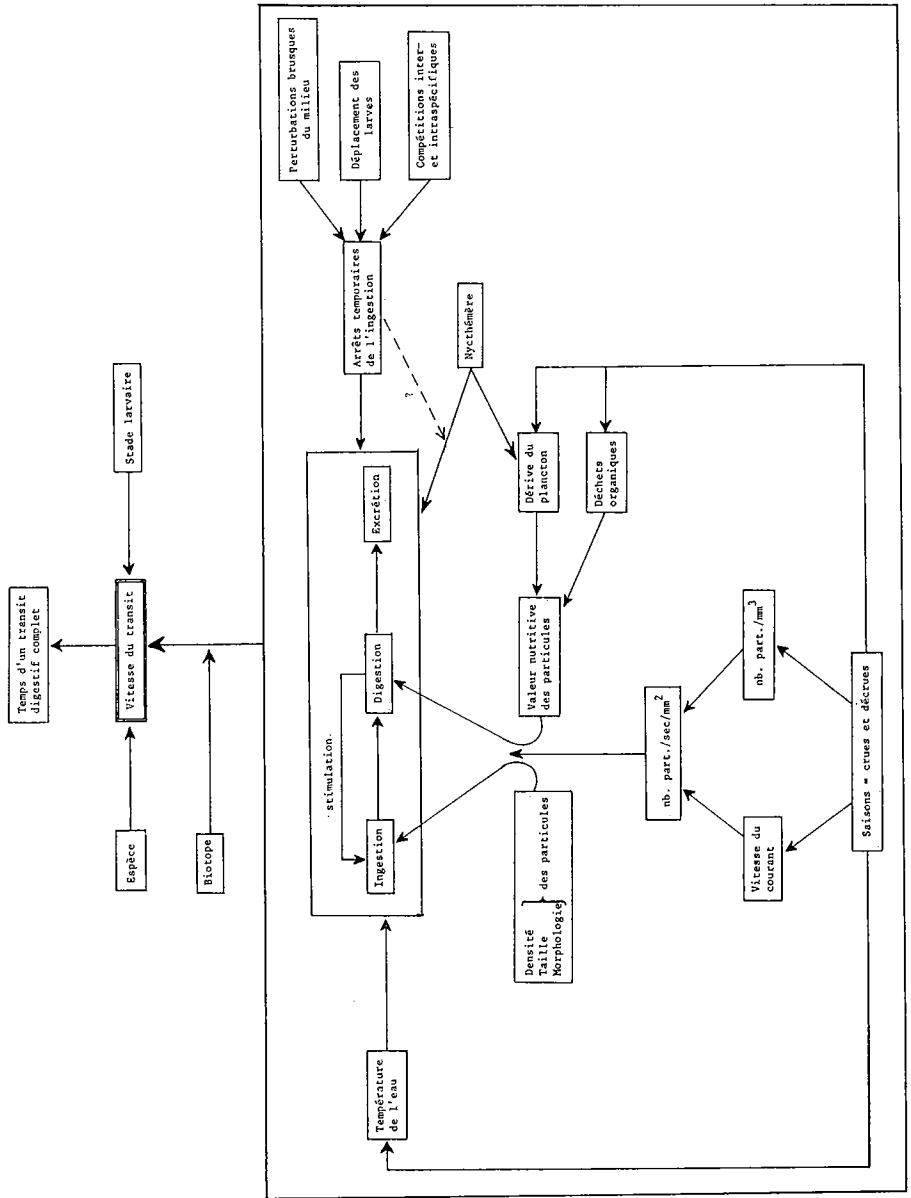


Figure 3. Schéma récapitulatif des interactions des principaux paramètres

pas tout mais fait toutefois ressortir plusieurs points importants, à savoir que la vitesse du transit digestif varie en fonction de l'espèce, du stade larvaire, de l'heure, de l'époque de l'année et du lieu géographique. Ces cinq points sont fort importants pour la lutte par les larvicides dont la dose létale est fonction du volume ingéré par unité de temps, ce volume dépendant du temps nécessaire pour effectuer un transit complet. Or, nous voyons à la figure 3 que ce temps est directement tributaire de l'ensemble des paramètres examinés, par conséquent des cinq points soulevés ci-dessus. Cet aspect du problème, centré sur le temps d'un transit complet et le volume ingéré par unité de temps, fera l'objet de la dernière partie de ce travail.

Remerciements — *L'aide de Monsieur Bakayoko Siaka nous fut d'un précieux secours dans le dépouillement du matériel. Qu'il trouve ici l'expression de nos profonds remerciements.*

Intestinal transit in larvae of the *Simulium damnosum* complex (Diptera, Simuliidae) in West Africa. III. Influence of the larval instar, the nyctohemeral period and the season.

Summary — The speed of food transit in larval instars of the *Simulium damnosum* complex is higher in young larvae than in older ones. The speed presents a bimodal curve during the nyctohemeral period with a non explained diurnal maximum and a nocturnal maximum correlated to the nocturnal maximum of plankton drift. This phenomenon is independent of larval instar and species. Finally, the speed of transit is highest during the flood period, this in relation with the quantitative and qualitative increase of available food. The author summarizes the three parts of this work in a scheme emphasizing the value of the variations observed for control programmes with larvicides.

Het darmtransit bij de larven van het *Simulium damnosum* complex (Diptera, Simuliidae) in West Afrika. III. Invloed van het larvenstadium, het etmaal en het jaargetijde.

Samenvatting — De snelheid van het darmtransit bij de larven van het *Simulium damnosum* complex is hoger bij jonge dan bij oude larven. De snelheid vertoont een bimodale curve gedurende één etmaal met een niet verklaard dagmaximum en een nachtmaximum in relatie tot het nachtmaximum van de planktondrift. Dit verschijnsel is onafhankelijk van het larvenstadium en de soort. Tenslotte is de snelheid van het transit groter bij hoge waterstand, zulks in verband met de kwantitatieve en kwalitatieve toename van het voedsel. De auteur vat de drie delen van dit werk samen in een schema dat het belang van de vastgestelde variaties onderlijnt voor het gebruik van larviciden.

Reçu pour publication le 11 février 1980.

REFERENCES

- Anderson, N. H. (1966) : Depressant effect of moonlight on activity of aquatic insects. *Nature*, **209** : 319-320.
- Disney, R. H. L. (1972) : Observations on sampling preimaginal populations of blackflies (Diptera, Simuliidae) in West Cameroon. *Bull. ent. Res.*, **61**(3) : 485-503.
- Elouard, J. M. & Elsen, P. (1977) : Variations de l'absorption des particules alimentaires et de la vitesse du transit digestif en fonction de certains paramètres du milieu chez les larves de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera, Simuliidae). *Cah. ORSTOM, sér. Ent. méd. Parasitol.*, **15** (1) : 29-39.
- Elouard, J. M. & Leveque, C. (1977) : Rythme nyctéméral de dérive des insectes et des poissons dans les rivières de Côte d'Ivoire. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.*, **11** (2) : 179-183.
- Elsen, P. & Hébrard, G. (1979) : Le transit intestinal chez les larves du complexe *Simulium damnosum* (Diptera, Simuliidae) en Afrique de l'Ouest. II. Influence de la température de l'eau, de la concentration des particules en suspension et de la nature de ces particules. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **59** (1) : 49-58.
- Elsen, P., Quillévéré, D. & Hébrard, G. (1978) : Le transit intestinal chez les larves du complexe *Simulium damnosum* (Diptera, Simuliidae) en Afrique de l'Ouest. I. Influence du sexe et de l'espèce. *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, **58** (3) : 209-217.
- Fredeen, F. J. H. (1964) : Bacteria as food for blackfly larvae (Diptera, Simuliidae) in laboratory cultures and in natural streams. *Can. J. Zool.*, **42** (4) : 527-548.
- Kureck, A. (1969) : Tagesrhythmen lappländischer Simuliiden (Diptera). *Oecologia (Berl.)*, **2** : 385-410.
- Kurtak, D. C. (1973) : Observations on filter feeding by the larvae of blackflies (Diptera, Simuliidae). *Dissert. Abstr. intern. B.*, **34** (10) : 5003 B.

- Mulla, M. S. & Lacey, L. A. (1976) : Feeding rates of *Simulium* larvae on particulates in natural streams (Diptera, Simuliidae). Environ. Entom., **5** (2) : 283-287.
- Neveu, A. (1974) : La dérive des stades aquatiques de quelques familles de diptères torrenticoles. Ann. Hydrobiol., **5** (1) : 15-42.
- Samman, J. & Thomas, M. P. (1978) : Changes in zooplankton populations in the White Volta with particular reference to the effect of Abate. Intern. J. Environ. Studies, **12** (3) : 207-214.
- Schröder, P. (1979) : Zur Ernährungsbiologie der Larven von *Odagmia ornata* (Diptera, Simuliidae). Thèse de doctorat, Univ. Freiburg, RFA, 229 pp.
- Steine, I. (1972) : The number and sizes of drifting nymphs of Ephemeroptera, Chironomidae (Dipt.) and Simuliidae (Dipt.) by day and night in the river Stranda, Western Norway. Nor. Entomol. Tidsskr., **19** (2) : 127-131.
- Wotton, R. S. (1978a) : Growth, respiration and assimilation of blackfly larvae (Diptera, Simuliidae) in a lake-outlet in Finland. Oecologia (Berl.), **33** : 279-290.
- Wotton, R. S. (1978b) : The feeding rate of *Metacnephia tredecimatum* larvae (Diptera, Simuliidae) in a swedish lake-outlet. Oikos, **30** : 121-125.