

**Rhéopréférendums
des stades préimaginaux
de quatre espèces
de simulies ouest-africaines.
Incidence des épandages répétés
de téméphos ⁽¹⁾**

Jean-Marc ÉLOUARD ⁽²⁾

Résumé

L'auteur étudie la distribution vis-à-vis du courant des stades préimaginaux de quatre espèces de *Simulies* sympatriques qui colonisent les biefs d'un affluent du Bandama, la Maraoué. Les modifications de leurs distributions dues aux traitements répétés au téméphos employé dans la lutte contre *Simulium damnosum* s.l. (Programme de lutte contre l'Onchocercose) sont décrites.

S. damnosum s.l. et *S. adersi* ont des rhéopréférendums différents. Par contre, les larves de *S. tridens* sont en compétition avec ces deux espèces pour s'implanter sur des substrats abondamment colonisés. *S. schoutedeni*, plus petite, ne peut s'installer sur les biefs que lorsque *S. damnosum* s.l. et *S. adersi* sont éliminées par les traitements insecticides.

Il existe pour toutes ces espèces une différence de préférendum et de distribution vis-à-vis du courant, pour leurs différents stades préimaginaux.

Mots-clés : Simulies — Larves — Nymphes — Distribution — Vitesse du courant — Onchocercose — Côte d'Ivoire.

Summary

RHEOPREFERENDA OF PREIMAGINAL INSTARS OF FOUR WEST AFRICAN *SIMULIUM* SPECIES. INCIDENCE OF REPEATED APPLICATIONS OF TEMEPHOS. The author describes studies conducted on the distribution, in relation to the current, of the preimaginal instars of four sympatric species of *Simulium* inhabiting stretches of a tributary of the river Bandama; the Maraoué river. Modifications to their distributions resulting from repeated applications of temephos employed for the control of *Simulium damnosum* s.l. (Onchocerciasis Control Programme = OCP) are also described.

S. damnosum s.l. and *S. adersi* have different rheopreferenda. In contrast, the larvae of *S. tridens* compete with these two species for installing themselves on substrates which are abundantly colonized. *S. schoutedeni*, much smaller, can settle itself along stretches of river only when *S. damnosum* s.l. and *S. adersi* have been eliminated by insecticide applications.

The four *Simulium* species have an instar rheopreferendum as well as an instar distribution towards current speed.

Key words : *Simulium* — Larvae — Nymphs — Distribution — Current speed — Onchocerciasis — Ivory Coast.

(1) Ce travail a bénéficié d'une subvention allouée par le Programme de Lutte contre l'Onchocercose (OCP).

(2) Entomologiste médical ORSTOM. Docteur ès Sciences, Laboratoire d'Hydrobiologie, ORSTOM, Bamako, Mali.

Introduction

La distribution d'une espèce dans les milieux aquatiques dépend de nombreux facteurs biotiques et abiotiques qui, combinés avec les types de substrats colonisés, entraînent la formation d'une mosaïque de biotopes abritant des groupements biocénétiques distincts (Illies et Botasaneanu, 1963 ; Ulfstrand, 1967 ; Williams et Hynes, 1976 ; Lapchin, 1977 ; Dejoux *et al.*, 1981). Le facteur prépondérant qui régit la distribution des Insectes dans des cours d'eau semble être le courant. Par rapport à ce facteur, les espèces lotiques sont classées en trois catégories : rhéoxènes, rhéophiles et rhéobiontes selon qu'elles fuient le courant ou se localisent dans des zones de courant faible ou fort ; l'éco-phase larvaire des *Simulies* est toujours rhéophile ou rhéobionte.

Si ces faits sont globalement bien établis pour les espèces simuliennes des régions tempérées, ils sont moins bien connus pour les espèces africaines. Il en est de même pour les compétitions entre les espèces qui vivent dans les mêmes gammes de vitesses de courant. De telles recherches presque fondamentales sont en réalité fortement utiles lorsqu'elles sont replacées dans le cadre du Programme de Lutte contre l'Onchocercose. Rappelons que ce Programme a pour but d'enrayer la transmission de cette endémie filarienne en détruisant, à l'aide d'insecticides biodégradables, les populations du vecteur, c'est-à-dire pour cette région géographique, les représentants du complexe *Simulium damnosum*. L'éco-phase larvaire a été choisie comme cible en raison de sa sensibilité à ces pesticides (téméphos, chlorphoxime, Tecknar[®]) et de sa localisation relativement agrégative dans les biefs d'eau courante.

Dans un tel contexte, il paraissait probable que l'élimination des biefs lotiques des stades préimaginaux du complexe *S. damnosum* ait des conséquences sur la distribution et l'abondance des autres espèces de *Simulies* colonisant ces milieux et qui sont moins affectées par les épandages d'insecticides.

C'est ce que devait démontrer l'étude sur les rhéopréférendums et les valences rhéophiliques⁽¹⁾ des principales espèces de *Simulies* colonisant la basse Maraoué (affluent du Bandama, Côte d'Ivoire). Les observations réalisées avant le début des épandages hebdomadaires de téméphos et après une période de

neuf mois ont permis de mettre en évidence des modifications de la distribution des espèces par rapport au courant.

Techniques d'étude

Les deux expériences ont été réalisées à l'aide de substrats artificiels flottants de type « balai » (Élouard, 1984) qui présentent les avantages suivants :

- les stades préimaginaux de *Simulies* préfèrent coloniser les substrats flottants ;
- en raison de leur structure synthétique (matière plastique) ces substrats ne se dégradent pas beaucoup et conservent ainsi leur aspect, leur texture et leur attractivité ;
- ils ont une forme et une taille constantes qui permettent de les assimiler à des unités de prélèvement statistiquement comparables ;
- enfin, ils peuvent être utilisés selon les besoins et notamment dans toutes les gammes de courant alors que la distribution des substrats naturels est souvent très hétérogène.

Ces balais sont constitués d'un ensemble de 15 fibres de plastique et 7 cm de longueur, légèrement sinueuses. Ils flottent à la surface de l'eau, mimant le comportement d'éléments naturels telles les feuilles d'arbre ou les racines aériennes de *Ficus asperifolia* ou encore les feuilles et les tiges de *Kahania* sp. et des *Chloris* sp.

Deux expériences ont été réalisées sur un bief de la basse Maraoué au lieu-dit de Kpétoukro (station d'Entomokro) situé à une dizaine de kilomètres en aval de la ville de Bouaflé. La première s'est déroulée en décembre 1978, alors que la rivière n'était pas traitée au téméphos, la seconde en décembre 1979 après une période de neuf mois de traitements hebdomadaires.

Pour chaque expérience, une soixantaine de balais a été utilisée.

Le courant a été mesuré à l'aide d'un microcourantomètre General Oceanics. Toutefois la taille de l'appareil est deux fois supérieure à celle des balais. Le courant mesuré est celui qui se trouve à l'emplacement des balais une fois ceux-ci prélevés, mais ne correspond pas exactement à celui reçu par les larves de *Simulies*

(1) D'une manière générale, on appelle valence écologique d'une espèce, la capacité de saturer des milieux différents, c'est-à-dire d'accepter diverses conditions écologiques (Sacchi et Testard, 1971). Une espèce à basse valence écologique ne tolérera qu'un intervalle limité du champ de variabilité du milieu. De façon plus restrictive, on désignera par valence vis-à-vis d'un paramètre (exemple : valence rhéophile) l'intervalle de son champ de variabilité toléré par une espèce. Ainsi, une espèce à grande valence rhéophile supportera une large gamme de vitesse de courant. Le rhéopréférendum est un paramètre de position (analogue au mode) tandis que la valence est un paramètre de dispersion (analogue à la variance).

puisque le courant de la zone supralaminaire dans laquelle se tiennent les larves ne peut être mesuré avec un tel appareil.

Les résultats obtenus sont exprimés en fréquences relatives moyennes par rapport à 14 classes de vitesses de courant réparties de 0,10 en 0,10 m/s de 0 à 1,40 m/s.

Résultats

EXPÉRIENCE RÉALISÉE AVANT TRAITEMENT AU TÉMÉPHOS

Simulium damnosum s.l.

Les larves, dans leur ensemble, se situent dans la gamme des courants de 0,60 à 1,40 m/s avec une préférence pour les vitesses avoisinant 0,80 m/s (fig. 1a). On peut noter également la présence de quelques larves dans des courants presque nuls. La vitesse moyenne est de 0,98 m/s, valeur qui s'intègre parfaitement dans les fourchettes avancées par les différents auteurs pour ce complexe d'espèces :

— Wanson et Henrard (1944, 1945) et Wanson (1950) observent au Zaïre que les larves de *S. damnosum* s.l. vivent dans des vitesses de courant de 0,95 à 1,25 m/s et notent que les substrats sont vierges de toute larve lorsque la vitesse du courant est inférieure à 0,80 m/s ou supérieure à 1,30 m/s ;

— Grenier *et al.* (1960) donnent une valence rhéophilique allant de 0,70 à 1,20 m/s pour les larves du complexe *S. damnosum* d'Afrique occidentale. Ces valeurs sont celles le plus généralement observées et admises par les différents auteurs (Le Berre, 1966 ; Elsen, 1980) ;

— des valeurs beaucoup plus faibles ont été également signalées : 0,55 m/s au Soudan (Lewis, 1948) et au Congo (Grenier et Ovazza, 1951) ;

— *S. damnosum* s.l. a également été observé dans des courants beaucoup plus élevés : 2 m/s (Le Berre, 1966), 2,5 m/s (Burton et McCrae, 1965) et 3,3 m/s (Ruzette, 1956).

Il apparaît donc que selon les localités, le rhéopréférendum des larves varie considérablement ; la valence

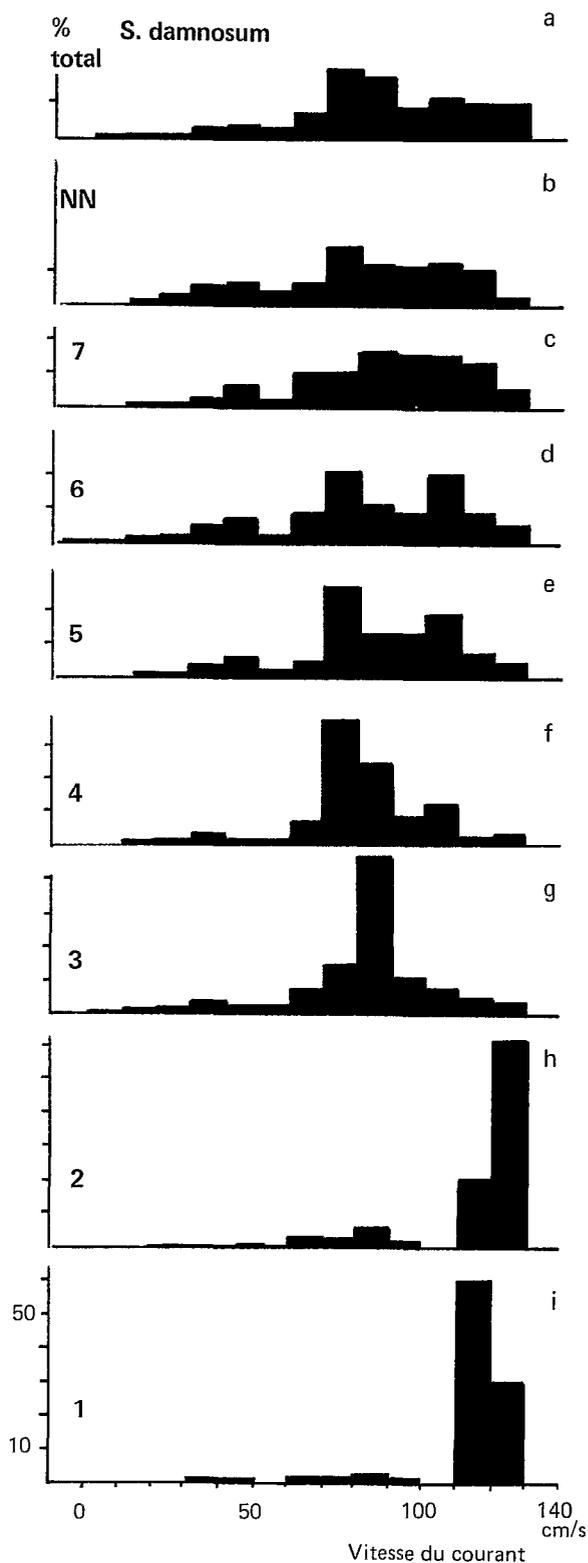


FIG. 1. — Histogramme de distribution des fréquences relatives des populations préimaginales de *S. damnosum* s.l. en fonction des vitesses du courant réparties en 14 classes de 10 en 10 cm/s. Figure 1a : population totale, tous ces stades confondus ; figures 1b à i : distribution des différents stades préimaginaux. La rivière n'était pas traitée au téméphos

rhéophilique reste par contre toujours assez large. *S. damnosum* s.l. est en réalité un complexe d'espèces et Grunewald (1976) démontre des différences de rhéophilie pour trois espèces du complexe vivant en Afrique de l'Est. Dans la nature, les cytotypes « Kisiwani » et « Sanje » sont présents dans des vitesses de courant allant de 0,68 m/s à 2,20 m/s mais peuvent être élevés en laboratoire à 0,43 m/s. Le cytotype « Kibwesi », par contre, n'est jamais rencontré dans des courants inférieurs à 1,72 m/s et n'a pas pu être élevé en laboratoire à des vitesses inférieures à 1,40 m/s.

Selon les stades larvaires il existe des différences dans les rhéopréférences et les valences rhéophiliques (fig. 1 b à i). Ainsi les larves des stades L1 et L2 vivent dans des courants plus rapides que les larves âgées et leur valence rhéophilique est faible, signe d'une distribution agrégative dans une gamme restreinte de vitesses de courant. Au contraire, les larves des stades L3 à L7 et les nymphes ont une valence rhéophilique plus grande et sont donc beaucoup moins inféodées à un courant donné, ce qui explique leur plus grande dispersion dans le bief.

La dispersion des stades jeunes et âgés peut être mise en évidence en calculant les fréquences relatives (%) de chaque stade sur un balai, par rapport à l'effectif respectif total pour l'ensemble des balais. Une distribution régulière se traduirait pour chacun des stades préimaginaux par des fréquences relatives de l'ordre de 1 à 2 %.

Les nymphes et les stades âgés de *S. damnosum* s.l. présentent conformément aux résultats obtenus précédemment une distribution relativement dispersive (aucun substrat ne supporte plus de 10 % de la population des nymphes ou du stade L7, et un seul substrat supporte plus de 10 % de la population du stade L6).

Les larves des stades intermédiaires présentent une distribution analogue mais de plus en plus agrégative pour les stades les plus jeunes.

Les larves des stades L1 et L2 sont, par contre, très localisées, ce qui traduit une distribution agrégative. Seules les deux zones où le courant est maximum, à savoir au centre et en aval du bief, sont colonisées par les jeunes larves. Quasiment aucune très jeune larve n'est présente en amont du centre du gîte où le courant n'est pas maximal. La concentration des jeunes stades de *S. damnosum* s.l. pourrait s'expliquer par le comportement de ponte de cette espèce. En effet, il a été signalé (Balay, 1964) que les femelles de *S. damnosum* s.l. préfèrent pondre sur les substrats supportant déjà les œufs d'autres congénères, créant ainsi des agrégats pouvant compter des centaines de milliers d'œufs.

Simulium adersi

Cette espèce, quoique moins abondante que *S. damnosum* s.l., a été récoltée en grand nombre dans cette expérience de zonation de bief (4 354 larves).

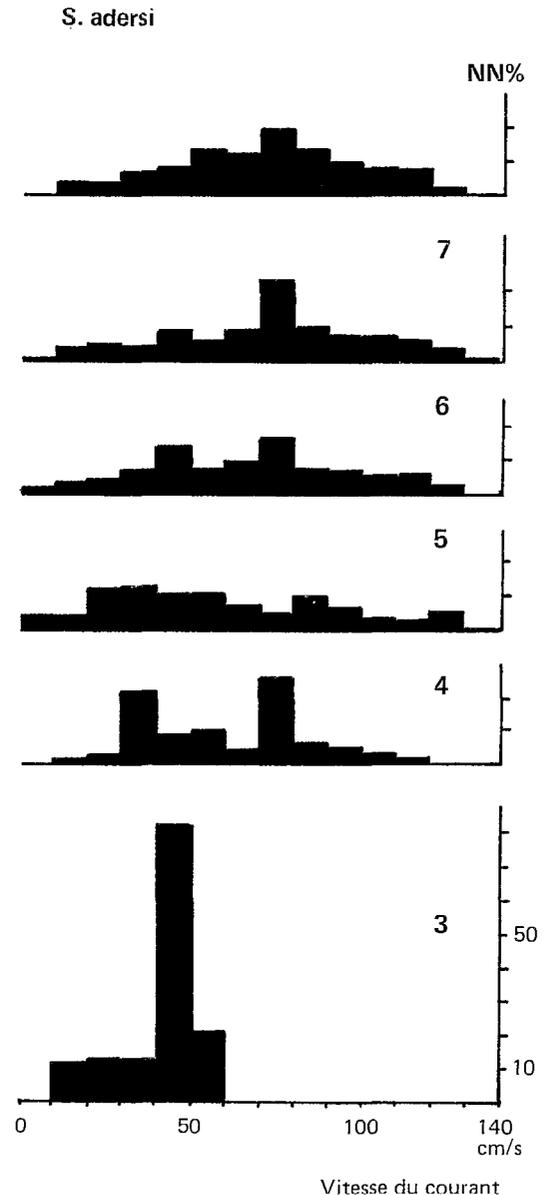


FIG. 2. — Histogramme de distribution des fréquences relatives des populations préimaginales de *S. adersi* en fonction des vitesses du courant réparties en 14 classes de 10 en 10 cm/s. La rivière n'était pas traitée au téméphos.

S. adersi se distribue autour de la vitesse moyenne de 0,68 m/s, valeur plus faible que celle de 0,98 m/s obtenue pour *S. damnosum* s.l. (fig. 2). Les larves âgées de *S. adersi* sont cependant également rencontrées sur des substrats où la vitesse du courant atteint 1,20 à 1,30 m/s.

L'étude plus précise de la distribution de cette Simulie par rapport au courant, menée au niveau du stade préimaginal, modifie quelque peu ce schéma global. L'histogramme de distribution du stade L3 est très peu étalé, son mode étant à 0,45 m/s (courant relativement faible), tandis que les nymphes ont une distribution beaucoup plus étendue avec un mode situé en courant moyen. La valence rhéophile des jeunes stades est donc faible, traduisant une distribution agrégative qui s'oppose à la valence rhéophile élevée des stades âgés.

Nous devons remarquer que très peu de larves de stade L1 et L2 ont été récoltées dans cette expérience. On sait que chez *S. damnosum* s.l. comme chez *S. adersi*, le développement des tous premiers stades larvaires s'effectue sur l'emplacement de ponte, les larves ne migrant en masse qu'à la fin du deuxième stade et au troisième stade larvaire (Balay, 1964). La ponte de *S. adersi* est étalée, d'un diamètre légèrement inférieur à 1 cm et déposée souvent à quelques centimètres sous la surface de l'eau. Or, nous n'avons observé aucune ponte en losange de *S. adersi* décrite par Crisp (1956) ou par Balay (1964). Le type de substrat (balai) ne semble donc pas propice à l'oviposition de cette espèce, car les brindilles qui les composent, n'offrent aucune surface plate et flottent à la surface du courant. Il est donc probable que les pontes de cette espèce, dans notre expérimentation, furent déposées sur les substrats herbacés que forment les *Chloris* bordant la rivière, comme nous l'avons fréquemment observé lors d'autres échantillonnages.

Simulium tridens

La distribution des fréquences relatives de *S. tridens* en fonction des classes de courant ne dégage aucun mode ce qui traduit une distribution relativement uniforme vis-à-vis du courant (fig. 3).

La vitesse moyenne du courant dans laquelle se trouvent les larves de *S. tridens* est de 0,64 m/s. Si l'on considère les stades préimaginaux séparément (nymphes, stades L7 à L2), il n'existe aucune différence notable dans leurs distributions, leurs valences rhéophiliques et leurs préférendums (fig. 3). Il faut en conclure que le courant n'est pas le facteur principal qui régit la distribution de *S. tridens* sur les balais et en présence de stades préimaginaux de *S. damnosum* s.l. et *S. adersi*.

L'écologie de ponte n'est pas connue, néanmoins, au vu des effectifs des stades L1 et L2 récoltés sur les balais, nous pensons que cette espèce, à l'instar de *S. adersi*, ne pond pas sur les balais, mais préfère d'autres substrats. Il est également probable que les femelles ne pondent pas en gros agrégats, mais dispersent les pontes.

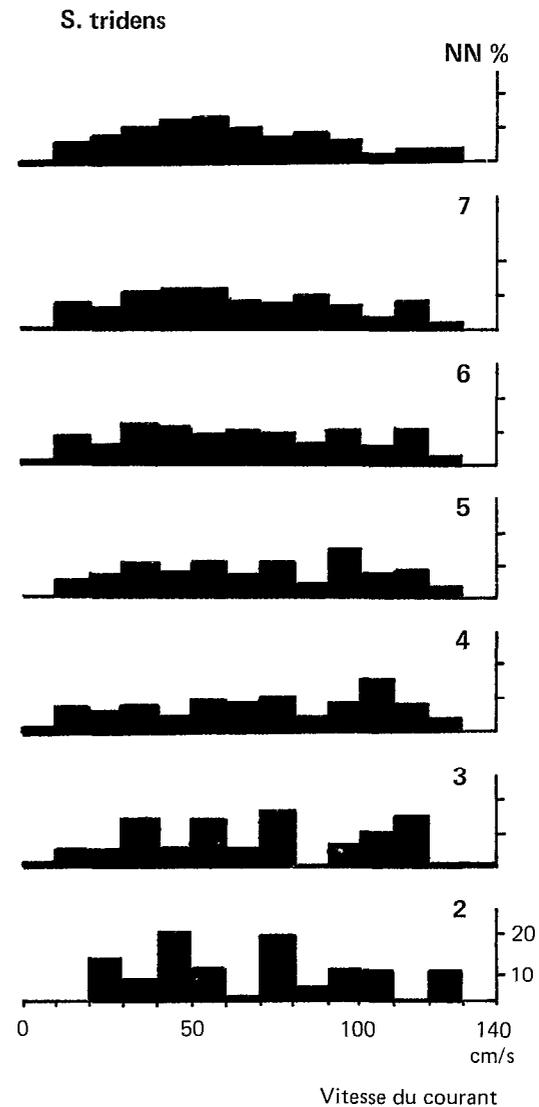


FIG. 3. — Histogramme de distribution des fréquences relatives des populations préimaginales de *S. tridens* en fonction des vitesses du courant réparties en 14 classes de 10 en 10 cm/s. La rivière n'était pas traitée au téméphos

EXPÉRIENCE RÉALISÉE APRÈS TRAITEMENT AU TÊMÉPHOS

Après neuf mois de traitements hebdomadaires au téméphos, *S. adersi* a totalement été éliminée des biefs de la basse Maraoué. Les effectifs de *S. damnosum* s.l. sont extrêmement réduits voire souvent nuls, ceux de *S. tridens* paraissent se maintenir tandis que les larves de *S. schoutedeni* ont fait leur apparition (Élouard, 1983).

Simulium damnosum s.l.

Malgré les traitements hebdomadaires au téméphos, un certain nombre d'individus de cette espèce ont été récoltés. Les effectifs présents étaient toutefois trop faibles pour que l'on puisse établir les histogrammes de distribution, stade par stade. Notons cependant que la distribution globale a un mode situé en courant plus élevé que celui observé pour cette espèce lors de l'expérience réalisée avant traitement au téméphos. Ce fait est dû à une dominance des effectifs des jeunes stades par rapport aux stades âgés (fig 4 b).

Simulium schoutedeni

Cette Simulie était complètement absente des biefs de la basse Maraoué avant que ne débutent les traitements. Ces résultats sont confirmés par ceux de Bellec (comm. pers.) établis sur les populations imaginaires de Simuliidae.

Il semblerait que *S. schoutedeni* n'ait pu s'installer sur les biefs de la basse Maraoué que lorsque *S. damnosum* s.l. en a été éliminée. Rappelons que la première espèce est sensible au téméphos tandis que la seconde ne l'est pratiquement pas aux doses employées dans le traitement des rivières. Toutefois, *S. schoutedeni* n'a que partiellement occupé la niche rhéologique libérée par *S. damnosum* s.l. Ainsi les larves de stades L1 et L2 de *S. schoutedeni* présentent une grande affinité pour les vitesses de courant relativement élevées, mais les stades plus âgés se cantonnent dans des courants plus lents que ceux dans lesquels vivent les larves âgées de *S. damnosum* s.l. (fig. 4 c).

Simulium tridens

Les larves de *S. tridens* ont également une distribution modifiée vis-à-vis du courant puisqu'elles sont davantage situées en courant élevé qu'elles ne l'étaient avant les traitements au téméphos de la Maraoué (fig. 4 a). Si les jeunes larves présentent toujours une distribution non agrégative vis-à-vis du courant, sans préférendum marqué, les larves âgées, par contre, ont une distribution répartie autour d'un mode situé entre 0,40 et 0,60 m/s (fig. 4 a) semblable à celui des larves âgées de *S. schoutedeni*.

Conclusions

Les expériences réalisées sur la basse Maraoué démontrent une influence nette du courant sur la distribution des larves de *S. damnosum* s.l., *S. adersi*, *S. tridens* et *S. schoutedeni*. Chaque espèce, à l'exception de *S. tridens*, a un rhéopréférendum marqué, différent selon les stades larvaires considérés. Ce fait n'est pas nouveau pour la famille des Simuliidae, les valences et les préférendums rhéophiliques étant caractéristiques de l'espèce (Colbo, 1979 ; Colbo et Moorhouse, 1979 ; Maitland et Penny, 1967 ; Stanaus, 1913 ; Pacaud, 1942 ; Philippson, 1957 ; Carlsson, 1962).

Le courant est directement lié à l'hydrologie et à la morphologie des biefs. Il agit à deux niveaux sur la distribution des stades préimaginaux de *S. damnosum* s.l. Il détermine le lieu de ponte, puis influence la distribution des larves et des nymphes. Les jeunes stades (L1 et L2) migrent peu, restant concentrés en agrégats sur les lieux de ponte, tandis que les larves âgées se dispersent dans les zones de courant soit plus faible, soit plus rapide selon l'espèce considérée. Plusieurs hypothèses peuvent être formulées pour expliquer ces tendances à la dispersion.

La première serait l'existence d'une compétition spatiale croissante avec la taille des larves. Ce paramètre sera d'autant plus déterminant que la densité dans les agrégats sera plus élevée. Ainsi Colbo (1979) note que *Prosimulium mixtum* possède une distribution régulière à l'intérieur d'une distribution contagieuse. Il en conclut qu'il doit exister une densité larvaire maximale sur les substrats. Cependant, la surface moyenne requise pour une larve dépend de la vitesse du courant. Ross et Craig (1979) observent également que la densité est en fonction de la taille de la larve.

La seconde serait une compétition pour la nourriture.

La troisième impliquerait des exigences en vitesse de courant différentes selon les stades préimaginaux, ces exigences pouvant être imputées aux actions directes ou indirectes du courant. Un ou plusieurs de ces facteurs vont pousser un certain nombre de larves vieillissantes à migrer dans le bief tout en se maintenant dans des zones où le courant reste optimum pour l'espèce.

S. damnosum s.l. et *S. adersi* ne sont pas des espèces associées spatialement sur les substrats flottants. Il existe certes, un recouvrement des valences rhéophiliques des deux espèces, mais celles-ci ont un préférendum différent (0,98 m/s pour *S. damnosum* s.l. et 0,68 m/s pour *S. adersi*). De plus, les distributions obtenues montrent que chacune des espèces est plus abondante dans la gamme de courant située autour de son préférendum. Il est très probable que les larves sont

plus compétitives lorsqu'elles se tiennent dans leur courant optimum et peuvent de ce fait réduire les populations des autres espèces. Leur compétitivité décroît par contre au fur et à mesure qu'elles se trouvent dans des vitesses de courant éloignées de ce préférendum. La non association spatiale entre *S. damnosum* s.l. et *S. adersi* est renforcée par les préféren-

dums très différents et les valences rhéophiliques faibles de leurs jeunes stades. Rappelons que ceux de *S. damnosum* s.l. vivent en agrégats dans des courants élevés tandis que ceux de *S. adersi* sont localisés, également en agrégats, dans des courants lents. De ce fait, les jeunes larves de ces deux espèces sont rarement associées entre elles.

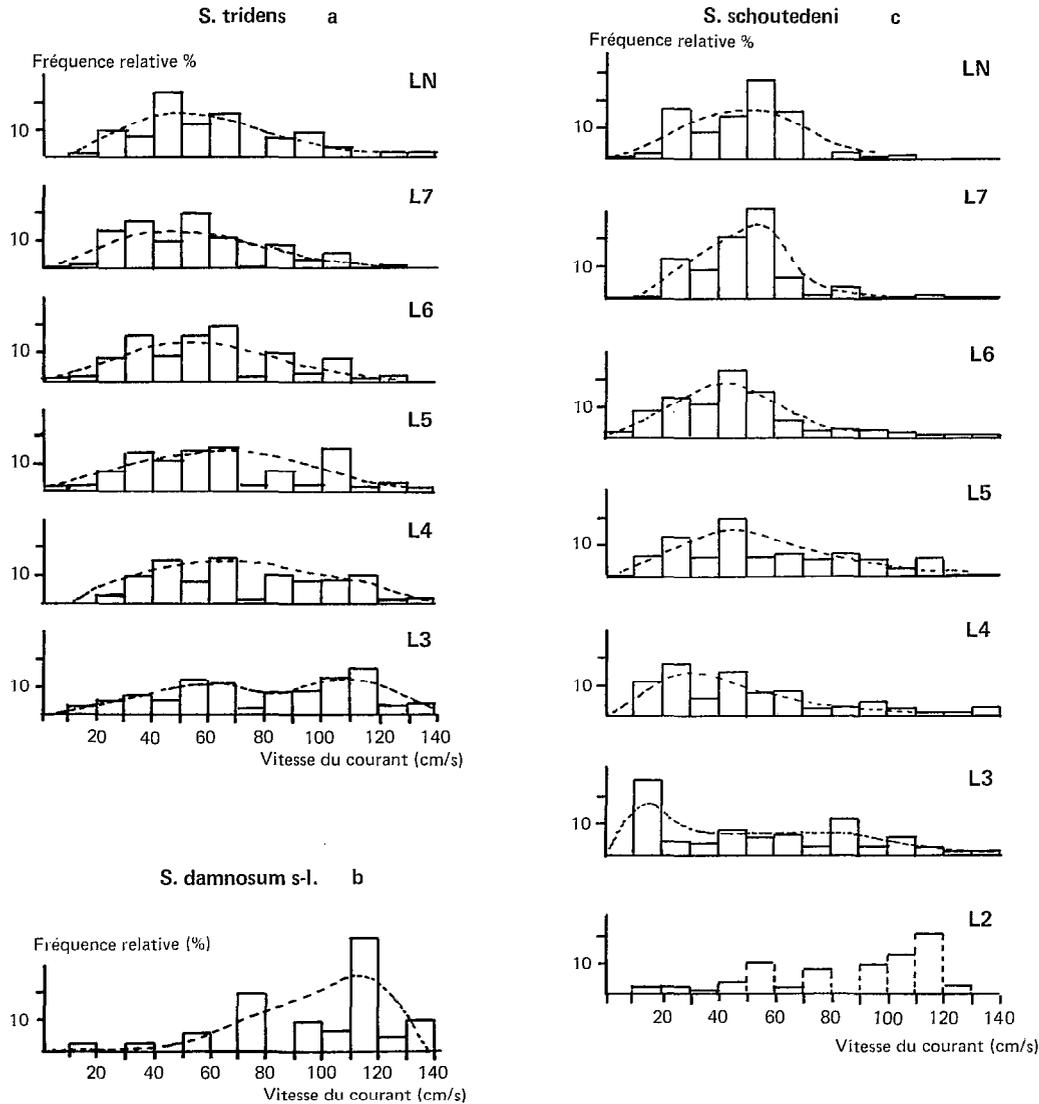


FIG. 4. — Histogramme de distribution des fréquences relatives des populations préimaginales de trois espèces de Simulies : a, *S. tridens* ; b, *S. damnosum* s.l. ; c, *S. schoutedeni*, en fonction des vitesses du courant réparties en 14 classes de 10 en 10 cm/s. La rivière était traitée chaque semaine au téméphos depuis neuf mois

Cette différence d'écologie entre les stades préimaginaux de chacune des espèces africaines étudiées se retrouve chez certaines espèces paléarctiques. Razinin (1972) observe que leurs jeunes stades sont situés près des lieux de ponte, les stades moyens dans les courants les plus forts et le septième stade dans des courants plus faibles. Colbo (1979) note que la densité des larves de certaines espèces canadiennes est fonction du stade de la larve.

L'hypothèse d'une association spatiale des espèces *S. damnosum* s.l. et *S. adersi* avec *S. tridens* est plus délicate à interpréter si l'on s'en tient aux résultats obtenus avant le début des traitements. *S. tridens* a une large valence rhéophilique et ne possède pas de rhéopréférendum défini, quel que soit le stade larvaire considéré. Il se pourrait que cette Simulie soit, pour des raisons encore inconnues, moins compétitive que *S. damnosum* s.l. et *S. adersi* et puisse, de ce fait, ne coloniser que les substrats où la densité des deux premières espèces est faible. Cette hypothèse semble être confirmée par les résultats obtenus dans l'expérience réalisée alors que la rivière était traitée au téméphos. Les effectifs de cette Simulie sont alors davantage distribués autour d'un préférendum et ce, quel que soit le stade larvaire. Toutefois le préférendum des stades âgés de *S. tridens* est très voisin de celui des larves âgées de *S. adersi* (et de *S. schoutedeni*) tandis que

celui des jeunes stades se rapproche de celui des jeunes stades de *S. damnosum* s.l. Cette Simulie était donc avant le début des traitements en compétition avec les deux espèces précédentes. Elle est en compétition avec *S. schoutedeni* lorsque la rivière est traitée au téméphos.

Les traitements insecticides agissent sur la distribution des larves de façon directe en éliminant ou en réduisant les populations de *S. adersi* et *S. damnosum* s.l., ce qui a pour conséquence de libérer des niches spatiales qui sont alors occupées par les espèces peu sensibles. Cela est particulièrement net pour l'espèce *S. schoutedeni* qui, sans doute du fait de sa très petite taille, ne pouvait s'installer sur les biefs colonisés par *S. damnosum* s.l. et *S. adersi*, mais a pu le faire dès que les populations de ces deux espèces furent réduites.

Un tel résultat est encourageant pour le Programme de Lutte contre l'Onchocercose. Le remplacement des espèces *S. damnosum* s.l. et *S. adersi* par *S. schoutedeni* et la persistance de *S. tridens*, maintient une quantité de proies non négligeable pour les simulivores peu sensibles au téméphos et permet ainsi, en conservant ces maillons de la chaîne trophique, d'atténuer les dégâts causés par les épandages hebdomadaires de téméphos.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 19 novembre 1986.

BIBLIOGRAPHIE

- BALAY (G.), 1964. — Rapport d'enquête entomologique dans les foyers d'Onchocercose de la république du Niger. Rapp. final 8^{ème} Conf. techn. OCCGE. Doc. multigr. OCCGE Centre Muraz, n° 158/Oncho, 33 p.
- BURTON (G. J.) et MCCRAE (T. M.), 1965. — Dam-spillway breeding of *Simulium damnosum* Theobald in northern Ghana. *Ann. trop. Med. Parasit.*, 59, 4 : 405-412.
- CARLSSON (G.), 1962. — Studies on scandinavian black flies. *Opusc. ent. suppl.* 21, 280 p.
- COLBO (M. H.), 1979. — Distribution on winter developing Simuliidae (Diptera) in eastern Newfoundland. *Can. J. Zool.*, 57, 11 : 2143-2152.
- COLBO (G.) et MOORHOUSE (D. E.), 1979. — The ecology of preimaginal Simuliid (Diptera) in south-east Queensland, Australia. *Hydrobiologia*, 63 : 63-79.
- CRISP (G.), 1956. — *Simulium* and onchocerciasis in the northern territories of the Gold Coast. Lewis, London.
- DEJOUX (C.), ÉLOUARD (J.-M.), FORGE (P.) et JESTIN (J.-M.), 1981. — Mise en évidence de la microdistribution des Invertébrés dans les cours d'eau tropicaux. Incidence méthodologique pour la recherche d'une pollution à long terme par insecticide. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 14, 3 : 253-262.
- ÉLOUARD (J.-M.), 1983. — Impact d'un insecticide organophosphoré (le téméphos) sur les entomocénoses associées aux stades préimaginaux du complexe *Simulium damnosum* (Diptera : Simuliidae). Thèse doctorat d'État, Université de Paris XI, Centre d'Orsay, 576 p.
- ÉLOUARD (J.-M.), 1984. — Un nouveau type de substrats artificiels de surface pour échantillonner la faune invertébrée lotique. *Rev. Hydrobiol. trop.*, 17, 1 : 77-81.
- ELSEN (P.), 1980. — Contribution à l'étude écologique des populations préimaginales du complexe *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera : Simuliidae) en Afrique de l'Ouest. Thèse Doctorat 3^e cycle, Univ. Paris Sud, Centre d'Orsay, 200 p.
- GRENIER (P.), OVAZZA (M.) et VALADE (M.), 1960. — Note biologique et faunistique sur *S. damnosum* et les Simulies d'Afrique occidentale (Haute-Volta, Côte d'Ivoire, Dahomey, Soudan). *Bull. IFAN*, 22A, 3 : 892-910.
- GRENIER (P.) et OVAZZA (M.), 1951. — Simulies du Moyen Congo. *Bull. Soc. Path. exot.*, 44, 3/4 : 222-234.
- GRUNEWALD (J.), 1976. — Hydrochemical and physical conditions of environment of immature stages of some species of *Simulium* (*Edwardsellum*) *damnosum* complex (Diptera). *Tropenmed. Parasit.*, 27 : 438-454.
- ILLIES (J.) et BOTASANEANU (L.), 1963. — Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitt. int. Verein. Theor. angew. Limnol.*, 12 : 1-57.

- LAPCHIN (L.), 1977. — Microrépartition des Invertébrés benthiques dans les ruisseaux à Salmonidae de Bretagne. *Ann. Hydrobiol.*, 8 (3) : 319-332.
- LE BERRE (R.), 1966. — Contribution à l'étude biologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera : Simuliidae). Mém. ORSTOM n° 17, Paris, 204 p.
- LEWIS (D. J.), 1948. — The Simuliid of the Anglo-egyptian Sudan. *Trans. R. ent. Soc. Lond.*, 99 : 475-496.
- MAITLAND (P. S.) et PENNY (M. M.), 1967. — The ecology of the Simuliidae in a scottish river. *J. anim. Ecol.*, 36 : 179-206.
- PACAUD (A.), 1942. — Notes biologiques sur une station de *S. aureum* Fries, aux environs de Paris. *Bull. Biol.*, 76 : 226-238.
- PHILIPPSON (J.), 1957. — The effect of the current speed on the distribution of the larvae of the blackflies *Simulium variegatum* (Mg.) and *Simulium monticola* Fried. (Diptera). *Bull. ent. Res.*, 48 : 811-819.
- RAZIN (S. P.), 1972. — On the distribution and migration of the blackflies larvae (Diptera : Simuliidae) in Ilm river (Siberia). XIIth Int. Cong. Ent. Moscow. 2-9 august 1968. *Proc.*, 3 : 232-233.
- ROSS (D. H.) et CRAIG (D. A.), 1979. — The seven instars of *Prosimulium mixtum* Syme and Davies and *P. fuscum* Syme and Davies (Diptera : Simuliidae). *Can. J. Zool.*, 57, 2 : 290-300.
- RUZETTE (M. A.), 1956. — Rapport sur l'avancement des travaux de prospection et des études sur l'assainissement du site d'Inga. Rapp. non publié.
- SACCHI (C. F.) et TESTARD (P.), 1971. — Écologie animale. Doin, Paris, 480 p.
- STANAUS (H. S.), 1913. — Pellagra in Nyassaland. *Trans. R. Soc. trop. Med. Hyg.*, 7 : 32-56.
- ULFSTRAND (S.), 1967. — Microdistribution of benthic species (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Diptera : Simuliidae) in Lapland stream. *Oikos*, 18 : 293-310.
- WANSON (M.), 1950. — Contribution à l'étude de l'Onchocercose africaine humaine (problèmes de prophylaxie à Léopoldville). *Ann. Soc. belge Méd. trop.*, 30 : 667-863.
- WANSON (M.) et HENRARD (C.), 1944. — Les Simulies de Léopoldville : description d'espèces nouvelles. *East. Afr. Med. J.*, 21 : 34-47.
- WANSON (M.) et HENRARD (C.), 1945. — Habitat et comportement larvaire de *Simulium damnosum* Theobald. *Recl. Trav. Sci. Méd. Congo Belge*, 4 : 122-138.
- WILLIAMS (D. D.) et HYNES (H. B. N.), 1976. — The occurrence of benthos deep in the substratum of a stream. *Freshwat. Biol.*, 4 : 233-256.