CARACTÉRISTIQUES DU DÉVELOPPEMENT LARVAIRE DE *SIMULIUM BUISSONI* ROUBAUD, 1906 ET DE *S. SECHANI* CRAIG ET FOSSATI, 1995 (DIPTERA : SIMULIIDAE) DANS L'ARCHIPEL DES MARQUES (POLYNÉSIE FRANÇAISE)

SÉCHAN Y.* & TETUANUI A.**

Summary : CHARACTERISTICS OF LARVAL DEVELOPMENT IN *SIMULIUM BUISSONI* ROUBAUD, 1906 AND *S. SECHANI* CRAIG AND FOSSATI, 1995 (DIPTERA : SIMULIIDAE) IN THE MARQUESAS ARCHIPELAGO (FRENCH POLYNESIA)

Two anthropophilic species are known from the Marquesas archipelago (French Polynesia) : *Simulium buissoni* Roubaud, 1906 and *S. sechani* Craig & Fossati, 1995. The need to control them requires good knowledge about their larval growth, larvae being the only stage actually susceptible to control. A biometric study based on cephalic measures of the two species, shows that they both have seven larval instars. Size variations following species and sampling sites are examined, as are variations of the sex of the two last larval instars. A recolonization experiment, after treatment of a part of a river, allows us to quantify larval growing length of *S. buissoni*, which is about 12 days. These data allow us to determine the optimal treatment frequency.

KEY WORDS : *Simulium buissoni*, *S. sechani*, biometry, postglena, larval growth, Marquesas Islands, French Polynesia.

Résumé :

Deux espèces de Simulies anthropophiles sévissent dans l'archipel des Marquises en Polynésie Française : *Simulium buissoni* Roubaud, 1906 et *S. sechani* Craig & Fossati, 1995. La nécessité de leur contrôle implique une meilleure connaissance de leur développement larvaire, les larves constituant en effet actuellement la seule phase du cycle susceptible d'être détruite. Une étude biométrique réalisée à partir de mesures des capsules céphaliques des larves des deux espèces montre qu'elles présentent toutes deux sept stades de développement. Les variations de taille suivant les espèces et les lieux de récoltes sont examinées, ainsi que les variations suivant le sexe pour les larves les plus âgées. Une expérience de recolonisation après traitement d'une section de rivière permet de déterminer que la durée de développement larvaire de *S. buissoni* est d'environ 12 jours. Ces données permettent de déterminer la fréquence optimale de traitement.

MOTS CLÉS : *Simulium buissoni*, *S. sechani*, biométrie, postglena, développement larvaire, Marquises, Polynésie Française.

INTRODUCTION

Une quarantaine d'espèces de Simulies sont signalées, décrites (Craig, 1983, 1987, 1988 et 1997; Craig et al., 1995; Klein *et al.*, 1983) ou en cours de description en Polynésie Française. Elles appartiennent toutes au groupe *Inseliellum* (Craig 1987, 1997 ; Crosskey 1989, 1990). L'archipel des Marquises compte à lui seul neuf espèces (Craig *et al.*, 1995). Jusqu'en 1995, une seule espèce de Simulie anthropophile était reconnue aux Marquises : *Simulium buissoni* Roubaud, 1906. Alors que les nymphes possèdent des critères morphologiques identiques (six filaments respiratoires), Craig *et al.*, 1995, ont mis en évidence, d'après le nombre de soies prémandibulaires des

larves, une différence morphologique entre deux populations originaires d'Eiao et de Nuku-Hiva. Ils ont donné le rang d'espèce à la souche originaire d'Eiao : *Simulium sechani* Craig et Fossati, 1995. *S. buissoni* et *S. sechani* pullulent à Eiao et Nuku-Hiva, deux îles du groupe nord de l'archipel. À Nuku-Hiva, les populations de ces insectes causent une nuisance extrêmement handicapante (Séchan & Loncke, 2001) pour le développement des activités économiques (tourisme et agriculture principalement), ce qui nécessite leur contrôle (Séchan *et al.*, 1998). Le contrôle des populations adultes de Simulies est généralement obtenu par des traitements insecticides dirigés contre les larves. La connaissance exacte du nombre de stades de développement larvaire, et surtout de la durée du cycle de développement préimaginal des espèces considérées, est donc primordiale pour déterminer la périodicité des traitements. C'est le but de la présente étude.

D'après Crosskey (1990), le développement larvaire des Simuliidae s'effectue, selon les espèces et en fonction des conditions environnementales, entre quatre et neuf stades. En Polynésie Française, Craig (1975) relève neuf stades de développement, sans différenciation du sexe des larves âgées, pour *Simulium oviceps* Edwards, une espèce originaire de Tahiti. Si pour les stades âgés (les deux derniers), les critères morphologiques de dif-

* Institut de Recherches pour le Développement en Coopération (Centre IRD de Tahiti).

** Institut Louis Malarde, BP 30, 98713 Papeete, Tahiti.
Correspondance : Séchan Yves, Centre IRD de Tahiti, BP 529, 98713 Papeete, Tahiti, Polynésie Française.

Tél.: (689) 50 62 00 – Fax : (689) 42 95 55.

ou : Institut Louis Malarde, BP 30, 98713 Papeete, Tahiti, Polynésie Française.

Tél.: (689) 53 31 56 – Fax : (689) 53 28 73.

E-mail : ysechan@malarde.pf

férenciation sont bien définis et faciles à observer à partir des histoblastes des branchies nymphales (Mouchet *et al.*, 1977), cette différenciation est beaucoup plus imprécise chez les stades plus jeunes. L'étude statistique des mesures pratiquées sur la face latérale (postgena et phragme) de la capsule céphalique des larves est utilisée ici pour déterminer en combien de stades s'effectue le développement larvaire de *S. sechani* et de *S. buissoni*.

Comme l'ont montré de nombreux auteurs sur d'autres espèces anthropophiles et vectrices d'agents pathogènes pour l'homme en Afrique (Ovazza *et al.*, 1965 ; Le Berre, 1966 ; Quillévéré *et al.*, 1976 et 1977 ; Elsen, 1979 et 1980 ; Séchan, 1980 et 1981), ou sur les simuliés en général (Crosskey, 1990), la durée du cycle de développement larvaire des individus de cette famille dépend de la température, du pH et de la résistivité de l'eau, ainsi que de l'abondance de la nourriture charriée par le courant. La période d'incubation des œufs est, elle aussi, très variable selon la température. La détermination de la durée de développement des espèces principalement visées par le contrôle aux Marquises doit nous permettre d'optimiser la fréquence des traitements larvicides.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La présente étude est réalisée à partir de lots de larves provenant de deux îles situées dans le groupe Nord de l'Archipel des Marquises : Eiao et Nuku-Hiva (fig. 1). Eiao est une île de surface réduite (39 km²), fréquentée sporadiquement par des pêcheurs ou des chasseurs. Nuku-hiva est la plus grande île de l'archipel (339 km²) et comprend quatre vallées bien peuplées, dont la capitale de l'archipel : Taiohae.

La collecte de tous les échantillons a été effectuée en novembre 1996 à la suite d'une longue période sèche dans des gîtes très productifs et dans des rivières dont les débits sont restés stables. Les altitudes de prélèvement sont faibles. Toutes les larves étudiées ont été prélevées sur l'ensemble des supports immergés dans l'eau des cours d'eau et fixées avec un mélange d'alcool à 70% et de glycérine (2%). Les récoltes ont été effectuées à la fois par dérive à l'aide d'un échantillonneur du type "Surber" de fabrication locale et par récolte directe sur les supports pour les larves qui ne se sont pas décrochées. Pour chaque prélèvement, le pH, la conductivité et la température de l'eau des gîtes ont été notés. Après leur transport au laboratoire, les échantillons ont été triés et examinés sous microscope. La clé de détermination de Craig *et al.* (1995) a été adoptée pour toutes les larves âgées. La différenciation de *S. buissoni* et *S. sechani* est basée sur le

Fig. 1. – Station d'étude.

dénombrement des soies prémandibulaires (*S. sechani* : 19 à 24 soies ; *S. buissoni* : 25 à 34 soies). La présence de quelques larves de *S. bukaense* (31 à 34 soies) est possible, cependant, une autre étude sur la répartition spatiale (Séchan & Faarua, 2000) laisse penser que cette espèce est très rare dans les échantillons. Pour réaliser les observations, les parties supérieures des prémandibules sont sectionnées, placées dans une goutte de glycérine et les peignes légèrement étalés entre lame et lamelle. Les dénombrements de soies sont réalisés au microscope optique, uniquement sur l'éventail le mieux étalé et donc le plus aisé à examiner. Les nombres de soies de l'éventail n'ont pas été déterminés pour les jeunes stades en raison des trop grandes variations. En conséquence, les larves issues de lieux où les deux espèces sont présentes n'ont pas été prises en compte pour la détermination du nombre de stades et de leur durée, mais uniquement pour l'étude des caractéristiques des stades âgés.

Pour les larves des deux derniers stades, le sexe est déterminé après dissection et observation, sous microscope, des critères suivants : tubes de Malpighi grêles et translucides pour les mâles, épais et opaques pour les femelles.

La méthode d'identification des stades larvaires par des mesures effectuées sur la postgena des larves a été utilisée pour *S. damnosum* (Grenier & Feraud, 1960), une espèce africaine vectrice de l'onchocercose humaine et pour *S. adersi* une espèce souvent associée à *S. damnosum* s.s. (Elouard, 1978). La fiabilité de la

mesure de la postgena est vantée par Snodgrass (1959). Fredeen (1976) combine cette mesure à celle du phragme. Cette méthode a été reprise ici. Les distributions des mesures des deux paramètres biométriques (fig. 2) sont utilisées pour déterminer le nombre de stades. Le paramètre "a" mesure la partie postérieure du post-occiput sur toute la longueur de la postgena jusqu'à la partie antérieure du phragme mandibulaire. Le paramètre "b" mesure la longueur de la partie sclérifiée du phragme mandibulaire. Ces caractères sont faciles à observer car le sclérite brun foncé de la partie antérieure de la tête ainsi que la partie céphalique postérieure sont très bien délimités. De plus, les larves mortes se présentent généralement de profil (fig. 3). Le choix des paramètres décrits évite les manipulations délicates et facilite les observations. Les mesures sont pratiquées au micromètre oculaire d'un microscope optique. L'unité de mesure est arbitraire et n'a pas été convertie en unité internationale.

L'étude biométrique (nombre de stades et variations dimensionnelles des larves) a été effectuée sur des échantillons de Eiao (bief amont de la cascade de la Vaituha (7°59'39" Sud et 140°42'21" Ouest ; altitude 200 à 250 mètres) où seule l'espèce *S. sechani* est présente (Séchan & Faaruia, 2000), et sur des échantillons récoltés dans un affluent de la rivière Vaiahu (vallée de Taipivai : 8°52'39" Sud et 140°05'02" Ouest, altitude

200 à 300 mètres) situé au centre de la partie sud de l'île de Nuku-Hiva où seule l'espèce *S. buissoni* est présente. À noter que les espèces *S. buissoni* et *S. sechani* sont toutes deux présentes sur l'île de Nuku-Hiva, mais coexistent uniquement à l'extérieur de la caldeira principale de l'île. La zone de prélèvement concernée ici est située à l'intérieur de la caldeira afin d'éviter de récolter les deux espèces simultanément. En effet, l'absence de dénombrement des soies de l'éventail (critère de différenciation des deux espèces) des plus petits stades interdit leur détermination. Pour identifier les premiers stades larvaires, seule la présence de la dent fronto-clypéale est prise en considération. La différenciation des deux derniers stades (qui peuvent être reconnus grâce à la présence des histoblastes des branchies nymphales, selon la méthode de Mouchet *et al.*, 1977) a en revanche permis d'utiliser aussi des lots de larves issues de l'extérieur de la caldeira pour les comparaisons entre stades âgés. Les échantillons sont alors issus de la rivière précédemment décrite et d'un affluent de la rivière Tapueahu (Terre Déserte) située au nord-ouest de Nuku-Hiva (8°52'30" Sud ; 140°12'29" Ouest ; altitude 600 à 700 mètres).

En raison du temps imparti et de la disponibilité des moyens de transport, l'étude sur la durée du cycle de développement préimaginal n'a été réalisée qu'à Nuku-Hiva, et pour la raison précédemment exposée, uniquement pour *S. buissoni*. Cette période de développement a été déterminée par examen de la dynamique de recolonisation d'une section de rivière préalablement traitée avec un larvicide. L'expérience a été effectuée dans la même zone que précédemment (vallée de Taipivai, rivière principale Vaiahu : 8°52'30" Sud ; 140°07'02" Ouest ; altitude 100 à 200 mètres). Afin d'éviter les dérives naturelles des larves, tout le bief amont jusqu'à la source et la partie du gîte larvaire étudié ont été traités au téméphos deux fois à sept jours d'intervalle avant le début des observations. Les collectes des larves ont été réalisées quotidiennement (11-15 h) entre le deuxième et le vingtième jour après le dernier traitement. Pour faciliter les observations et les récoltes, des supports naturels constitués par des hampes de la fougère "nid d'oiseau" (*Asplenium nidus*) ont été fixés dans le courant sur une distance de l'ordre de 100 mètres. Pour éliminer le handicap dû au décrochement rapide des larves, les prélèvements ont été effectués de l'aval vers l'amont. Afin de collecter un maximum de spécimens, les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'un filet de type "Surber" entre le 2^{ème} et le 7^{ème} jour après traitement pour les jeunes larves. Puis, du 8^{ème} au 20^{ème} jour, les différents stades ont été récoltés à la fois au filet et directement sur les supports préalablement fixés. Sur la partie de la zone d'étude située la plus en amont, une série de supports ont été sélectionnés, marqués et conservés en l'état

Fig. 2. – Vue latérale de la capsule céphalique d'une larve de *Simulium buissoni* et situation des paramètres "a" et "b" étudiés sur la postgena.

Fig. 3. – Vue générale d'une larve de *Simulium buissoni* morte.

pour les observations sur la durée du développement nymphal et l'émergence des adultes.

Les effectifs des différentes classes de taille du paramètre "a" de la postgena mesuré et du paramètre "b" correspondant ont été regroupés par classe de 0,5 en 0,5 microns. Les comparaisons entre échantillons sont effectuées par analyse de variance (ANOVA), suivie du test post hoc de Spjotvoll / Stoline (test HDS de Tukey adapté aux effectifs inégaux). Les différences entre lots sont considérées comme significatives pour $p < 0,05$.

RÉSULTATS

Les caractéristiques moyennes de l'eau des gîtes larvaires étudiés sont respectivement de 7 pour le pH (extrêmes : 6,3-7,6), 150 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (110-210) pour la conductivité et 24,3°C (23,6-25) en ce qui concerne la température.

NOMBRE ET CARACTÉRISTIQUES DES STADES LARVAIRES

Les observations relatives à la détermination du nombre de stades larvaires portent sur 1 126 individus appartenant à l'espèce *S. sechani* (Eiao) et 1 475 individus de l'espèce *S. buissoni* (Vaiahu, Nuku-Hiva).

Les corrélations marquées (et prévisibles) entre les deux paramètres mesurés (tableau I) permettent de ne retenir qu'un seul des deux paramètres pour la réali-

sation des histogrammes de fréquences. Seules les longueurs de postgena sont utilisées. Les histogrammes de fréquences sont regroupés sur la figure 4. Pour *S. buissoni*, l'histogramme des fréquences des longueurs de la postgena montre clairement la présence de sept modes qui correspondent à sept stades de développement, avec un étalement plus important des effectifs pour les deux derniers stades qui correspond à la différenciation sexuelle des stades larvaires. Pour *S. sechani* (Eiao), sept stades larvaires sont également discernables dans l'histogramme de la figure 4. Les limites théoriques calculées des classes de taille, permettent de classer 95% des individus de chaque échantillon dans les différents stades de développement. Le tableau II regroupe les principales caractéristiques du paramètre "a" chez les cinq premiers stades de chaque espèce. Le tableau III regroupe les caractéristiques du paramètre "b" pour ces même stades. Pour un stade donné (entre I et V), les larves de *S. buissoni* ont toujours une taille de postgena supérieure à celle des larves de *S. sechani*. La comparaison des longueurs de postgena et de phragme entre *S. buissoni* et *S. sechani* à Tapueahu ne permet de déceler une différence significative que dans le cas des longueurs de postgena des larves femelles de stade VII. Cette observation tempère les différences observées entre les deux espèces pour les stades I à V (issus de lieux différents : Eiao et Vaiahu). En fonction des origines des échantillons et selon les espèces et le sexe, les tableaux IV, V, VI et VII regroupent les caractéristiques détaillées des deux

Iles	Gîte larvaire étudié	Nombre de larves par échantillon	Pente de la droite de régression	valeur de R^2
EIAO	Vaituha	1126	$y = 0,3278x - 0,2409$	0,9655
NUKU - HIVA	Vaiahu 1 (Taipivai)	1475	$y = 0,3283x - 0,1214$	0,9749

Tableau I. – Valeur des droites de régressions obtenues pour chaque échantillon étudié.

Fig. 4. – Répartition des fréquences des valeurs du paramètre "a" de la postgena des larves étudiées.

	Stade	Effectif	Moyenne (Int. Conf. à 95%)	Écart-type	Minimum	Maximum
<i>Simulium sechani</i> (Eiao)	I	86	4,543 (4,42-4,67)	0,588	3,1	6,0
	II	112	7,937 (7,83-8,05)	0,594	6,0	9,9
	III	63	10,992 (10,82-11,17)	0,690	9,1	13,2
	IV	106	14,364 (14,20-14,52)	0,827	12,6	16,8
	V	124	18,290 (18,11-18,47)	0,989	15,5	20,0
<i>Simulium buissoni</i> (Vaiahu 1)	I	99	5,006 (4,83-5,18)	0,889	2,8	7,5
	II	169	9,734 (9,58-9,88)	0,992	6,9	12,5
	III	235	14,749 (14,58-14,91)	1,281	12	18,6
	IV	176	20,458 (20,46-20,79)	1,100	17,5	23,6
	V	215	25,481 (25,36-25,61)	0,926	23,5	27,5

Tableau II. – Caractéristiques du paramètre "a" des cinq premiers stades de *S. sechani* (Vaituha : Eiao) et de *S. buissoni* (Vaiahu 1 : Nuku-Hiva). Les mesures de taille correspondent à des lectures directes au micromètre oculaire et n'ont pas été converties en unités standardisées.

	Stade	Effectif	Moyenne (Int. conf. à 95%)	Écart-type	Minimum	Maximum
<i>Simulium sechani</i> (Eiao)	I	86	1,842 (1,80-1,88)	0,186	1,5	2,2
	II	112	2,517 (2,46-2,58)	0,311	1,7	3,5
	III	63	3,306 (3,21-3,40)	0,380	2,4	4,0
	IV	106	4,183 (4,10-4,27)	0,437	3,3	5,4
	V	124	5,385 (5,30-5,47)	0,482	3,5	6,7
<i>Simulium buissoni</i> (Vaiahu 1)	I	86	2,031 (1,99-2,07)	0,193	1,5	2,5
	II	112	3,124 (3,07-3,17)	0,334	2,0	4,0
	III	63	4,485 (4,39-4,58)	0,706	2,6	6,0
	IV	106	6,548 (6,48-6,62)	0,474	5,25	8,0
	V	124	8,329 (8,24-8,42)	0,643	6,25	9,6

Tableau III. – Caractéristiques du paramètre "b" des cinq premiers stades de *S. sechani* (Vaituha : Eiao) et de *S. buissoni* (Vaiahu 1 : Nuku-Hiva). Les mesures de taille correspondent à des lectures directes au micromètre oculaire et n'ont pas été converties en unités standardisées.

Origine des larves	Espèce	Sexe	Effectif	Moyenne (Int. conf. à 95%)	Écart-type	Minimum	Maximum
Eiao	<i>Simulium sechani</i>	Mâle	135	23,267 (22,91-23,62)	2,091	19,6	29,9
		Femelle	139	25,090 (24,77-25,41)	1,910	19,6	28,7
Tapueahu	<i>Simulium sechani</i>	Mâle	28	29,211 (28,60-29,82)	1,564	26,2	33,2
		Femelle	53	30,791 (30,48-31,10)	1,117	28,3	33,5
	<i>Simulium buissoni</i>	Mâle	91	28,741 (28,42-29,06)	1,524	26,0	33,5
		Femelle	110	30,694 (30,34-31,05)	1,882	26,0	34,0
Vaiahu 1	<i>Simulium buissoni</i>	Mâle	142	30,921 (30,68-31,17)	1,476	27,2	36,0
		Femelle	140	31,459 (31,46-32,03)	1,709	27,2	35,25

Tableau IV. – Caractéristiques du paramètre “a” des stades VI de *S. sechani* et *S. buissoni*. Les mesures de taille correspondent à des lectures directes au micromètre oculaire et n’ont pas été converties en unités standardisées.

Origine des larves	Espèce	Sexe	Effectif	Moyenne (Int. conf. à 95%)	Écart-type	Minimum	Maximum
Eiao	<i>Simulium sechani</i>	Mâle	135	7,018 (6,88-7,15)	0,782	5,6	7,15
		Femelle	139	7,836 (7,69-7,98)	0,845	5,5	9,6
Tapueahu	<i>Simulium sechani</i>	Mâle	28	8,996 (8,77-9,22)	0,578	8,0	10,0
		Femelle	53	9,449 (9,28-9,62)	0,602	8,0	11,0
	<i>Simulium buissoni</i>	Mâle	91	8,975 (8,81-9,14)	0,795	7,5	11,0
		Femelle	110	9,439 (9,29-9,58)	0,761	7,7	11,0
Vaiahu 1	<i>Simulium buissoni</i>	Mâle	142	9,719 (9,58-9,86)	0,847	8,0	13,0
		Femelle	140	10,022 (9,88-10,17)	0,858	8,0	13,0

Tableau V. — Caractéristiques du paramètre “b” des stades VI de *S. sechani* et *S. buissoni*. Les mesures de taille correspondent à des lectures directes au micromètre oculaire et n’ont pas été converties en unités standardisées.

Origine des larves	Espèce	Sexe	Effectif	Moyenne (Int. conf. à 95%)	Écart-type	Minimum	Maximum
Eiao	<i>Simulium sechani</i>	Mâle	206	31,149 (30,99-31,30)	1,124	27,4	33,5
		Femelle	155	32,888 (32,64-33,13)	1,543	28,3	36
Tapueahu	<i>Simulium sechani</i>	Mâle	68	36,858 (36,57-37,14)	1,174	34,1	39,0
		Femelle	41	37,617 (36,95-38,28)	2,104	34,0	40,9
	<i>Simulium buissoni</i>	Mâle	71	36,335 (36,00-36,67)	1,430	33,5	39,2
		Femelle	118	38,792 (38,45-39,13)	1,860	33,4	41,5
Vaiahu 1	<i>Simulium buissoni</i>	Mâle	113	36,834 (36,64-37,02)	1,018	34,1	39,4
		Femelle	185	38,447 (38,25-38,65)	1,389	35,0	41,5

Tableau VI. – Caractéristiques du paramètre “a” des stades VII de *S. sechani* et de *S. buissoni*. Les mesures de taille correspondent à des lectures directes au micromètre oculaire et n'ont pas été converties en unités standardisées.

Origine des larves	Espèce	Sexe	Effectif	Moyenne (Int. conf. à 95%)	Écart-type	Minimum	Maximum
Eiao	<i>Simulium sechani</i>	Mâle	206	10,188 (10,07-10,31)	0,880	7,8	12
		Femelle	155	10,770 (10,63-10,91)	0,864	7,8	12,8
Tapueahu	<i>Simulium sechani</i>	Mâle	68	11,314 (11,11-11,52)	0,831	9,3	13,5
		Femelle	41	11,604 (11,34-11,87)	0,838	10,0	13,2
	<i>Simulium buissoni</i>	Mâle	71	11,076 (10,91-11,24)	0,685	9,5	13,0
		Femelle	118	11,972 (11,81-12,13)	0,891	9,0	14,0
Vaiahu 1	<i>Simulium buissoni</i>	Mâle	113	12,254 (12,12-12,39)	0,705	10,5	14,75
		Femelle	185	12,760 (12,67-12,85)	0,650	11,0	14,5

Tableau VII. – Caractéristiques du paramètre “b” des stades VII de *S. sechani* et de *S. buissoni*. Les mesures de taille correspondent à des lectures directes au micromètre oculaire et n'ont pas été converties en unités standardisées.

paramètres étudiés pour les stades VI et VII. La comparaison des longueurs moyennes des postgena et des phragmes montre, quels que soient les origines, une différence significative entre les sexes pour les stades VI et VII à l'exception de *S. sechani* à Tapueahu. Pour cet échantillon, seules les longueurs des postgena du stade VI sont significativement différentes, celles des larves femelles étant toujours supérieures à celles des larves mâles. L'amplitude de variation des mesures montre cependant un large chevauchement des distributions entre les sexes, avec parfois même des minima inférieurs chez les femelles et des maxima supérieurs chez les mâles.

COMPARAISON SUIVANT LES LIEUX D'ORIGINE

Les longueurs des paramètres "a" et "b" mesurés pour *S. sechani* sont dans tous les cas significativement inférieures à Eiao par rapport à Tapueahu.

Les longueurs de postgena ne sont pas significativement différentes pour ce qui concerne les larves VII de même sexe pour l'espèce *S. buissoni* collectée à Tapueahu et à Vaiahu 1, alors qu'elles le sont pour les longueurs de phragme et pour les deux mesures dans le cas des larves des stades VI.

DURÉE DU CYCLE

DE DÉVELOPPEMENT PRÉIMAGINAL

Après traitement de la rivière Vaiahu, 2 576 individus ont été récoltés pour la détermination de la durée du cycle de développement préimaginal. La figure 5 retrace la recolonisation d'une zone traitée par les stades successifs des larves de *S. buissoni*. Dès le premier jour de récolte, soit 48 heures après le dernier traitement, des larves appartenant aux deux premiers stades sont

collectées (Stade I = présence de dent fronto-clypéale ; Stade II = absence de dent fronto-clypéale). Ces observations signifient qu'entre la ponte et le jeune stade II, le développement s'effectue rapidement. Pour chaque stade, les durées moyennes de développement observées sont les suivantes : 24 heures pour le stade II, 48 heures pour les stades III, IV et V, 24 heures pour le stade VI et 2 jours pour le stade VII et le temps de maturité des nymphes. Soit un cycle de développement minimal de 12 jours entre l'œuf et la nymphe et/ou de 14 jours pour le cycle minimal complet de l'œuf à l'adulte pour une température de l'eau du gîte comprise entre 23,6 et 25°C.

DISCUSSION

Quelle que soit l'espèce considérée, la croissance des deux paramètres mesurés sur la postgena reste relativement homogène du premier au cinquième stade larvaire. La méthode de détermination utilisée par Freedon (1976) s'avère donc également applicable pour les larves de *S. buissoni* et de *S. sechani*.

Les différences de taille entre les deux espèces étudiées ne sont pas systématiques suivant les stades observés et leur répercussion éventuelle chez les adultes devra être confirmée. L'importance des conditions environnementales est probablement déterminante et les caractéristiques de taille ne doivent pas être généralisées à l'espèce. Les différences entre les lieux pour une même espèce viennent confirmer cette supposition pour les deux espèces.

Les différences de taille de la capsule céphalique entre les sexes, observée chez les deux espèces étudiées,

Fig. 5. – Histogramme d'apparition des stades successifs de *Simulium buissoni* (Vaiahu 1).

sont quasi systématiques dans le groupe concerné, et cette observation ne fait que confirmer un phénomène habituel.

La détermination de la durée du cycle dans des conditions optimales de développement (conditions par ailleurs peu variables au cours de l'année près de l'équateur et avec un climat océanique) nous permet d'espérer calculer une durée minimale de développement. En effet, des conditions moins favorables, notamment à des altitudes plus élevées, sont susceptibles de causer une diminution des températures ainsi qu'une production de nourriture inférieure (forte nébulosité) et donc un allongement du cycle. La fréquence minimale de traitement à connaître est dans ce cas utilisable dans toutes les configurations de terrain. La durée d'incubation des œufs n'est pas déterminée dans cette étude car les œufs ne sont pas touchés par le larvicide qui agit par ingestion. Des œufs très proches de l'éclosion peuvent donc être présents sur les lieux dès le début de l'expérience. Pour *S. damnosum*, la période d'incubation des œufs se situe entre 30 et 48 heures à 28°C (Burton & Mc Crae, 1965 ; Marr, 1962 ; Le Berre, 1966). À des températures similaires, le seul développement larvaire pour la même espèce s'effectue de huit à 17 jours (Elsen, 1979) et le développement nymphal entre deux (Marr, 1962) et quatre jours (Crisp, 1956 ; Le Berre, 1966). Ces valeurs sont proches de celles qui sont observées ici pour *S. buissoni* et une durée analogue de développement des œufs peut être supposée pour cette espèce. Dans des cours d'eau à écoulement très temporaire (zone subsaharienne et fortes précipitations), des températures plus élevées et situées entre 31° et 32°C, Séchan (1980 et 1981) observe chez *S. sirbanum* une diminution plus marquée de la durée du cycle de développement complet (entre cinq et six jours). Cet auteur observe une durée de maturité minimale des œufs de 14 heures, du seul développement larvaire de trois jours et du plein développement morphologique des nymphes en 24 heures, ainsi qu'un développement encore plus rapide pour quatre autres espèces de simuliées associées à *S. sirbanum*. La durée de développement des œufs relativement proportionnée à celle des larves justifie la présente extrapolation pour *S. buissoni*.

Il est dommage que la durée du cycle n'ait pu être déterminée pour *S. sechani*, mais *S. buissoni* demeure l'espèce la plus importante en termes de contrôle car elle est la seule à nuire dans les zones les plus habitées de l'île. La durée du cycle de *S. sechani* reste à déterminer, ce qui pourrait être effectué à Eiao où seule cette espèce semble présente.

Le pas d'échantillonnage d'une journée ne permet pas de déterminer avec plus de précision la durée du développement de chaque stade. Les données obtenues sont cependant très importantes en termes

d'actions de contrôle. La durée du cycle de développement complet (ponte de l'œuf à l'émergence de l'adulte) de *S. buissoni* peut être estimée à environ 13 jours si l'on admet une éclosion rapide des œufs. Si l'on souhaite adopter une marge de sécurité, même minime, il devient nécessaire de traiter suivant un rythme inférieur à la durée du cycle de développement larvaire. L'adulte vit au moins 25 jours. Il peut donc pondre de nouveau pendant les cycles de développement larvaire. Pour des raisons logistiques, la fréquence de traitement doit être amenée à une semaine, et ceci pendant au moins quatre semaines.

RÉFÉRENCES

- BURTON G.J. & Mc Rae T.M. Dam-spillway breeding of *Simulium damnosum* Theobald In northern Ghana. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 1965, 59 (4), 405-412.
- CRAIG D.A. The larvae of Tahitian Simuliidae (Diptera : Nematocera). *Journal of Medical Entomology*, 1975, 12, 463-476.
- CRAIG D.A. Phylogenetic problems in Polynesian Simuliidae (Diptera : Culicomorpha) : a progress report. *Geographical*, 1983, 7, 533-541.
- CRAIG D.A. A taxonomic account of the black flies (Diptera : Simuliidae) of the Society Islands – Tahiti, Moorea and Raiatea. *Quaestione Entomologicae*, 1987, 23, 372-429.
- CRAIG D.A. Annotated checklist of the world black flies (Diptera : Simuliidae), in : Black flies : ecology, population management, and annotated world list. Kim K.C. & Merritt R.W. (eds), Pennsylvania State University Press, University Park, 1978, 425-520.
- CRAIG D.A. A taxonomic revision of the Pacific black fly subgenus *Inseliellum* (Diptera : Simuliidae). *Canadian Journal of Zoology*, 1997, 75, 855-904.
- CRAIG D.A., FOSSATI O. & SÉCHAN Y. Black flies (Diptera : Simuliidae) of the Marquesas Islands, French Polynesia : Redescriptions and new species. *Canadian Journal of Zoology*, 1995, 73, 775-800.
- CRISP G. Simulium and Onchocerciasis in the Northern territories of Gold Coast. H.K. Lewis & Co Ltd., London, 1956, 176 pp.
- CROSKY R.W. Family Simuliidae, in : Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian regions. Evenhuis N. & Brill E.J. (eds), Bishop Museum Special Publication, 1989, 86, 221-225.
- CROSKY R.W. The natural history of blackflies. John Wiley & Sons, London, 1990, 711 pp.
- ELOUARD J.M. Identification biométrique des stades larvaires de *S. damnosum* et de *S. adersi* (Diptera : Simuliidae). *Tropenmedizin und Parasitologie*, 1978, 29, 183-187.
- ELSEN P. Rythmes circadiens des métamorphoses et durée de développement des stades préimaginaux de *Simulium damnosum* s.l. (Diptera : Simuliidae) en Côte d'Ivoire. *Annales de la Société Belge de Médecine Tropicale*, 1979, 59 (4), 371-384.

- ELSEN P. Contribution à l'étude écologique des populations préimaginales du complexe *Simulium damnosum* Theobald, 1903 (Diptera : Simuliidae) en Afrique de l'Ouest. Thèse Doct. 3ème cycle. Paris-Sud-Orsay, 1980, 154 pp.
- FREDEEN F.J.H. The seven larval instars of *Simulium arcticum* (Diptera : Simuliidae). *Canadian Entomology*, 1976, 108, 591-600.
- GRENIER P. & Feraud L. Etude biométrique et morphologique de la croissance larvaire chez *S. damnosum* Theobald. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 1960, 53, 563-581.
- KLEIN J.M., RIVIERE F. & SÉCHAN Y. Recherches d'entomologie médicale aux îles Marquises en 1982. *Notes et documents d'Hygiène et de Santé publique, ORSTOM Tahiti, série Entomologie médicale*, 1983, 7, 1-81.
- Le BERRE R. Contribution à l'étude biologique et écologique de *Simulium damnosum* Theobald, 1903, (Diptera : Simuliidae). *Mémoire ORSTOM*, 1966, 17, 204 pp.
- MARR J.D.M. The use of an artificial breeding-site and cage in the study of *Simulium damnosum* Theobald. *Bulletin de l'Organisation Mondiale de la Santé*, 1962, 27 (4-5), 622-629.
- MOUCHET J., QUELENNEC G., BERL D., SÉCHAN Y. & GRÉBAUT S. Methodology for testing insecticide susceptibility of *Simulium damnosum* larvae. *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 1977, 15, 55-66.
- OVAZZA M., OVAZZA L. & BALAY G. Étude des populations de *Simulium damnosum* Theobald, 1903, (Diptera : Simuliidae) en zone de gîtes non permanents. II. Variations saisonnières se produisant dans les populations adultes et préimaginales. Discussion des différentes hypothèses qui peuvent expliquer le maintien de l'espèce dans les régions sèches. *Bulletin de la Société de Pathologie Exotique*, 1965, 58 (6), 1118-1154.
- QUILLEVÉRE D., GOUZY M., SÉCHAN Y. & PENDRIEZ B. Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. IV. Analyse de l'eau des gîtes larvaires en saison sèche. *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 1976, 14 (4), 315-330.
- QUILLEVÉRE D., GOUZY M., SÉCHAN Y. & PENDRIEZ B. Etude du complexe *Simulium damnosum* en Afrique de l'Ouest. IV. Analyse de l'eau des gîtes larvaires en saison des pluies : comparaison avec la saison sèche. *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 1977, 15 (3), 195-207.
- SÉCHAN Y. Durée du développement des stades préimaginaux de *Simulium sirbanum* Vajime et Dunbar, 1975 à la limite nord de son aire de répartition en Afrique Occidentale. Note préliminaire. *Cahiers ORSTOM, série Entomologie Médicale et Parasitologie*, 1980, 18 (1), 59-60.
- SÉCHAN Y. Développement d'Onchocercques animales chez le vecteur de l'Onchocercose humaine *Simulium sirbanum* Vajime et Dunbar, 1975 (Diptera, Simuliidae) en zone subsaharienne du Mali, Afrique de l'Ouest. *Travaux et Documents de l'ORSTOM*, 1981, 178, 234 pp.
- SÉCHAN Y. Faarua M. Répartition de *Simulium buissoni* Roubaud, 1906 et *S. sechani* Craig et Fossati, 1995 (Diptera : Simuliidae) à Nuku-Hiva et Eiao (Archipel des Marquises, Polynésie Française). *Parasite*, 2000, 7, 283-290.
- SÉCHAN Y. & LONCKE S. Tentative de discrimination des femelles adultes de Simulies (Diptera : Simuliidae) à Nuku-Hiva, Archipel des Marquises (Polynésie Française). *Parasite*, 2000, 7, 291 - 295.
- SÉCHAN Y., FOSSATI O., DANIGO A.H., LONCKE S. & GUILLET P. Control of *Simulium buissoni* in Nuku-Hiva (French Polynesia). *Verhandlungen der International Vereinigung Limnologie*, 1998, 26, 2145-2147.
- SNODGRASS R.E. The anatomical life of a mosquito. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 1959, 139, 87 pp.

Reçu le 6 juin 2000

Accepté le 7 novembre 2000