

# Les Simulies de l'île de la Réunion : présence de quatre espèces, et description de trois espèces nouvelles pour la Science [Diptera, Simuliidae]

par Jean GIUDICELLI

945 avenue du 21 Août 1944, F - 13400 Aubagne, France  
E-mail : [jb.giudicelli@wanadoo.fr](mailto:jb.giudicelli@wanadoo.fr)

Mots-clés : île de la Réunion, *Simulium* groupe *ruficorne*, nouvelles espèces, systématique, morphologie, imagos, larves, nymphes, écologie, spéciation.

La faune des macroinvertébrés a été prélevée en mai 1983 dans les principaux réseaux hydrographiques de l'île de la Réunion. Les larves et nymphes de Simulies sont les éléments dominants de cette faune. Quatre espèces du genre *Simulium* ont été identifiées. Une seule espèce de Simulie (*Simulium ruficorne*), décrite en 1838, était connue dans l'île. Les récoltes réalisées en 1983 ont révélé la présence de trois autres espèces, nouvelles pour la science (*S. triplex* n. sp., *S. borbonense* n. sp. et *S. indoceanicum* n. sp.). Elles appartiennent au groupe de *Simulium ruficorne*. Ces espèces figurent aussi dans les collections du British Museum (matériel récolté dans l'île en 1974 par une mission autrichienne). *S. ruficorne* et les trois autres espèces sont décrites et figurées à tous les stades de leur développement. Les larves et les nymphes apportent les meilleurs critères morphologiques pour l'identification des quatre espèces. Les nymphes de *S. borbonense* sont morphologiquement très voisines de celles de *S. tolongoinae* (autre espèce du groupe de *S. ruficorne*), endémique à Madagascar. Cependant les deux espèces diffèrent par les caractères des larves et surtout par les genitalia des mâles.

La répartition des Simulies dans les cours d'eau de l'île fait apparaître des différences dans l'écologie des espèces : deux (*S. triplex*, *S. indoceanicum*) vivent dans la partie amont des cours d'eau et sont sténothermes, les deux autres (*S. ruficorne*, *S. borbonense*) vivent en basse altitude et sont eurythermes.

La théorie de la spéciation par invasions multiples est retenue pour expliquer la différenciation des trois espèces du groupe de *S. ruficorne* endémiques à la Réunion.

## **Blackflies of la Réunion Island: presence of four species, identification and description of three new species [Diptera, Simuliidae]**

Keywords: la Réunion island, *Simulium ruficorne*-group, three new species, systematics, morphology, adults, larvae, pupae, ecology, speciation.

The fauna of stream macroinvertebrates was sampled in May 1983 in several sites covering the main catchments of la Réunion Island. The collected material included four species of blackflies: *Simulium ruficorne* Macquart, 1838, the only one previously reported from la Réunion, and three new species (*S. triplex* n. sp., *S. borbonense* n. sp., *S. indoceanicum* n. sp.) related to the *ruficorne*-group. These new species are shown to be distinct from *S. ruficorne* (and from the known species of the *ruficorne* group on Madagascar). A complete description of *S. ruficorne* and of the above mentioned new species is provided. Pupae of *S. borbonense* and *S. tolongoinae* (endemic of Madagascar and related to the *ruficorne* -group) are quite similar; but the most distinctive characteristics of these species are those of the male genitalia.

Two species (*S. triplex*, *S. indoceanicum*) are cool-adapted and restricted to headwaters; *S. ruficornis* and *S. borbonense* appear to be lowland stream eurythermic blackflies.

The differentiation of the new endemic species of la Réunion can be explained as a result of successive invasions of the *ruficornis*-group blackflies.

## 1. Introduction

La faune des Simulies de la Réunion n'était connue que d'une espèce, *Simulium ruficornis*, décrite par Macquart en 1838. Depuis, cette dernière a été signalée dans diverses régions d'Afrique, y compris l'Afrique du Nord - Algérie (GRENIER 1953), Maroc (BELQAT & DAKKI 2004), Tunisie (BOUMAIZA & CLERGUE-GAZEAU 1986)-, dans le Sud du Portugal (BEAUCOURNU-SAGUEZ 1972), dans le Sud de l'Espagne (BEAUCOURNU-SAGUEZ 1975), à Madagascar, au Moyen Orient, aux îles du Cap Vert et des Canaries (GRENIER 1953, FREEMAN & DE MEILLON 1953, CROSSKEY 1967), au Liban (récoltes J. Giudicelli). CROSSKEY et al. (2002) ont donné une carte de la distribution géographique de *Simulium ruficornis*. Cette espèce a été placée dans le sous-genre *Nevermannia* Enderlein, 1921, groupe d'espèces 3 : « *ruficornis* species-group » (CROSSKEY in KIM & MERRITT 1987, p. 460).

En 1974, une mission autrichienne a réalisé des prélèvements hydrobiologiques dans les trois îles volcaniques de l'archipel des Mascariènes (la Réunion, Maurice, Rodriguez). STARMÜHLNER (1977) a publié les résultats de cette mission sur la faune des eaux douces (sources, cours d'eau, mares, étangs) de la Réunion. Il fait état d'une forte densité de Simulies dans les eaux courantes de l'île : 675 individus pour 1/16 m<sup>2</sup> sur les rochers et cascades où le courant dépasse 1m/s ; il n'a mentionné aucun nom d'espèces pour ce groupe de Diptères. Ce matériel (larves et nymphes de Simulies) a été déposé dans les collections du département d'Entomologie du British Museum (Natural History) à Londres.

En mai 1983, au cours d'une mission qui avait pour but d'analyser l'impact des aménagements hydroélectriques sur le peuplement des cours d'eau de l'île de la Réunion, j'ai réalisé une série de prélèvements de la faune aquatique, essentiellement des invertébrés benthiques. Les récoltes ont eu lieu dans les principaux réseaux hydrographiques et cours d'eau de l'île, depuis les secteurs initiaux (vers 1600 m d'altitude) jusqu'aux embouchures. Dans ces prélèvements, les larves et nymphes de Simulies représentaient l'élément dominant de la faune benthique.

L'examen de l'ensemble de ce matériel révèle la présence de quatre espèces : *Simulium ruficornis* et trois espèces nouvelles pour la science, dont le statut a été confirmé par le Dr. R.W. Crosskey. Dans le matériel récolté par Starmühlner, R.W. Crosskey a reconnu les quatre espèces que j'ai récoltées en 1983.

Les quatre espèces présentes à la Réunion font partie du même groupe taxonomique (sous-genre *Nevermannia*, « *ruficornis* species-group »), essentiellement défini par les caractères des genitalia mâles et par ceux des larves et des nymphes.

Ces caractères sont les suivants :

\* Chez les mâles : plaque ventrale (gonosterne) large, de forme générale rectangulaire, bords latéraux et bord postérieur arrondis ; présence d'une carène médiane, étroite et proéminente, s'étendant sur toute la longueur de la plaque et entièrement couverte de longues soies. Bras robustes, droits, fortement sclérifiés et pigmentés. Sclérite médian long et étroit, à bord sub-

parallèles, dépourvu de fente apicale. Paramères longs et de forme triangulaire, portant chacun un crochet long et épais.

\* Chez les larves : le submentum porte des dents saillantes : dans la rangée des 9 dents du bord antérieur, les deux dents externes et la dent médiane sont très acérées ; sur les bords latéraux les deux premières dents sont très développées, les suivantes peu saillantes ; deux rangées latérales de soies dont le nombre diffère d'une espèce à l'autre. L'échancrure ventrale est petite, ne dépassant pas le bord des apodèmes chez trois espèces. Processus tp du bord interne de la mandibule, formé de deux dents robustes.

\* Chez les nymphes : trichomes thoraciques simples. Tubercules tégumentaires discoïdes. Filaments respiratoires courts et tubulaires ; absence de pédoncule inséré sur le thorax ; quatre filaments chez trois espèces, trois filaments chez une espèce. Cocon nymphal en forme de poche simple et pourvu d'un processus dorsal chez les quatre espèces.

Notre propos est de décrire les trois nouvelles espèces endémiques et d'apporter une nouvelle iconographie pour *Simulium ruficorne*. Jusqu'à présent, ni l'holotype (perdu), ni des exemplaires provenant de la Réunion n'ont pu être étudiés. On trouve des descriptions des adultes, de la larve et de la nymphe d'après du matériel provenant de l'Afrique Centrale - principalement Cameroun, Congo - (GIBBINS 1936, GRENIER & RAGEAU 1949, GRENIER & OVAZZA 1951, CROSSKEY 1960), de Madagascar (GRENIER 1949) et d'Afrique du Nord (GRENIER 1953). Aucune description de *Simulium ruficorne* n'a été faite d'après des exemplaires de la Réunion. Nous préciserons ensuite la répartition des espèces de Simulies dans les cours d'eau de l'île.

## 2. Le milieu

Le relief de la Réunion est très tourmenté, dominé par les grands cirques volcaniques (cirques de Mafate, Salazie, Cilaos) qui occupent la partie centrale de l'île ; ils sont parcourus par les plus importants réseaux hydrographiques. Le point culminant est le Piton des Neiges à 3065 m d'altitude (Carte 1). À l'Est, le cirque du volcan de la Fournaise ne comporte pas de cours d'eau pérennes du fait de la perméabilité de ses sols volcaniques récents.

On distingue plusieurs zones climatiques :

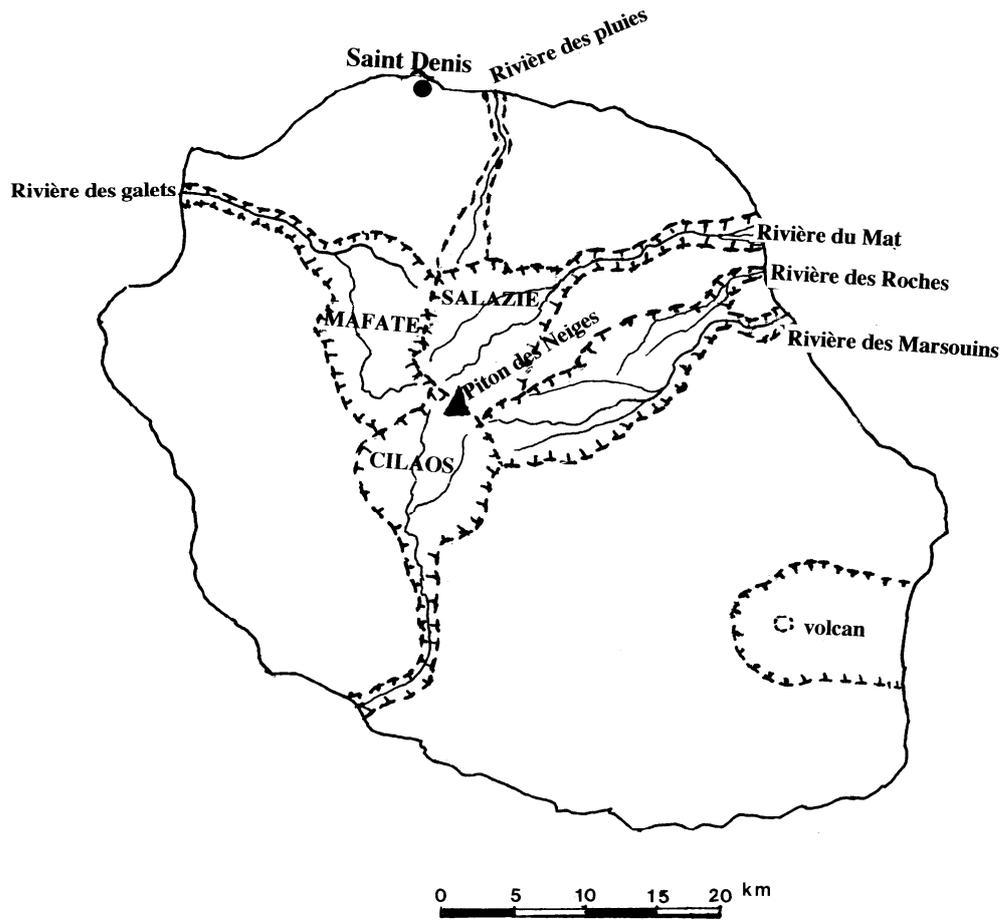
\* la zone côtière Est (côte "au vent") caractérisée par une forte pluviosité (2 à 4 mètres de précipitations annuelles). Les cours d'eau des zones "au vent" sont en eau toute l'année en raison des fortes chutes de pluie.

\* la zone montagneuse "au vent" avec des précipitations très élevées, les maxima pluviométriques pouvant atteindre 8 mètres à Takamaka (Rivière du Mât).

\* la zone côtière Ouest et Sud (côte "sous le vent"), la moins arrosée (600 à 2000 mm de précipitations par an), car elle est abritée par l'écran de la zone montagneuse centrale.

Les cours d'eau suivants et leurs affluents ont été prospectés (Carte 1) :

- sur la côte Nord-Ouest, la Rivière des Galets ;
- sur la côte Nord, la Rivière des Pluies ;
- sur la côte Est, la Rivière du Mât -avec son affluent la Rivière des Fleurs Jaunes-, la Rivière des Roches et la Rivière des Marsouins ;



Carte 1. La Réunion. Principaux bassins versants. Cours d'eau prospectés.

Map 1. La Réunion Island: principal mountain ranges and river systems.

- sur la côte Sud, la Rivière Saint-Etienne et ses deux bras (Bras Rouge et Petit Bras) ;
- les exutoires de petits étangs intérieurs : la Mare à Poule d'Eau (altitude 700 m) près de la Rivière du Mât, le Grand Étang (altitude 500 m) près de la Rivière des Marsouins.

### 3. Description des espèces

Les genitalia des mâles et des femelles utilisés pour les descriptions sont extraits de nymphes mûres.

### 3.1. *Simulium (Nevermannia) ruficorne* Macquart

La description originale de l'espèce en 1838, ne correspondant pas aux normes de la systématique actuelle sur les Simulies, plusieurs auteurs ont apporté des informations sur les genitalia, sur les caractères des larves et des nymphes. La description que nous donnons est basée exclusivement sur du matériel récolté dans des cours d'eau de la Réunion en 1983.

#### 3.1.1. Matériel examiné (J. Giudicelli leg. et coll., mai 1983)

- Rivière des Marsouins, près de l'embouchure, altitude 10 m : 56 nymphes, 32 larves ;
- Rivière des Marsouins, cours inférieur, près de Bethléem, altitude 50 m : 12 nymphes, 14 larves ;
- Ravine Grosse Roche (cirque de Salazie), altitude 700 m : 3 nymphes, 4 larves ;
- Exutoire du Grand Étang, altitude 530 m : 4 nymphes ;
- Exutoire de la Mare à Poule d'Eau, altitude 750 m : 5 nymphes, 2 larves.

#### 3.1.2. Genitalia mâles (Planche 1, Figs 1 à 3 ; Pl. 2, Figs 4 et 5 ; Pl. 15, Figs a et b)

Gonocoxites et gonostyles d'égale longueur ; gonostyles étroits, faiblement courbés vers l'intérieur, tronqués à leur extrémité, munis d'une courte épine apicale interne.

Plaque ventrale (gonosterne) large et aplatie, bords latéro-ventraux régulièrement arrondis ; bras très écartés, courts et trapus, légèrement recourbés vers l'intérieur ; sur la face ventrale, présence d'une carène médiane saillante, longue et très étroite (en vue ventrale elle dessine une ligne droite), dépassant un peu le bord distal de la plaque ventrale, couverte de nombreuses soies fines et longues.

Paramères de forme triangulaire, munis d'une longue épine fortement sclérifiée. Sclérite médian en forme de baguette étroite à bords sub-parallèles, légèrement élargie dans la partie distale qui présente quelques fissures à ce niveau.

#### 3.1.3. Genitalia femelles (Pl. 2, Figs 6 et 7)

Aire médiane du 8<sup>ème</sup> sternite faiblement sclérifiée. Cerques bruns, en forme de demi-cercle. Gonapophyses antérieures triangulaires, rapprochées, délimitant un espace étroit en forme de V renversé. Spermathèque arrondie, d'un brun foncé, bien sclérifiée.

#### 3.1.4. Nymphe (Pl. 3, Fig. 8 ; Photo 1).

Longueur : 3 - 3,4 mm (sans les filaments respiratoires).

Cocon brun clair, fragile, à tissage serré, muni d'un processus dorsal recouvrant la tête. Quatre filaments respiratoires, aussi longs que le corps de la nymphe, de couleur grise, épais, insérés sur le thorax par un pédoncule très court ; l'ensemble est constitué d'un filament dorsal, d'un filament ventral et d'un filament médian, incliné vers le plan sagittal, d'une longueur variable selon les individus, et qui se divise en deux filaments plus courts que les deux autres.

Abdomen : - *dorsalement*, de chaque côté, 4 crochets simples (épines) rapprochés sur les segments III et IV ; 2 épines terminales sur le segment IX ; - *ventralement*, de chaque côté, 4 crochets bifides rapprochés sur le segment V ; 2 crochets bifides espacés sur les segments VI et VII.

### 3.1.5. Larve (Pl. 3, Figs 9, 10 et 11 ; Pl. 16, Fig. a)

Longueur : 5 - 6 mm. Coloration générale claire.

Capsule céphalique jaune clair ; tache antéro-médiane et tache postéro-médiane étroites et de couleur brune ; taches latéro-médiane et latéro-postérieure brun clair. Échancrure ventrale courte ne dépassant pas la limite supérieure des apodèmes ; bord supérieur rectiligne ou légèrement arrondi.

Antenne à 3 articles, un peu plus longue que la hampe prémandibulaire. Base du premier article brune, le reste de l'antenne de couleur claire. Éventail prémandibulaire : 38 à 40 baguettes falciformes. Mandibule (Pl. 16, Fig. a) : processus tp constitué de deux dents sub-égales (la dent supérieure souvent plus grande), séparées par une large échancrure arrondie à la base. Bordure antérieure de l'hypostome portant 9 dents noires ; dent médiane et les deux dents latérales très développées et acérées ; 5 ou 6 denticules de chaque côté. Une rangée de 4 ou 5 grandes soies sur chaque côté de l'hypostome.

Abdomen : présence de 2 papilles ventrales coniques, de taille petite ou moyenne. Disque postérieur : 70 à 90 rangées de 11 à 16 crochets chacune. Branchies rectales : 3 digitations primaires ; digitation médiane portant 2 ou 3 digitations secondaires, digitations latérales avec 4 digitations secondaires.

## 3.2. Description de *Simulium (Nevermannia) triplex* n. sp.

### 3.2.1. Matériel examiné (J. Giudicelli leg. et coll., mai 1983)

- Rivière des Marsouins, cours supérieur, au niveau et en amont de Bébour (altitude : entre 1100 et 1600 m) : 35 nymphes, 72 larves ;
- Ravine Mathurine (affluent de la Rivière des Marsouins) (altitude : 700 m) : 2 nymphes ;
- Affluent temporaire de la Rivière des Roches à Abondance (altitude 300 m) : 14 nymphes, 20 larves.

HOLOTYPE : 1 mâle disséqué à partir d'une nymphe provenant de la Rivière des Marsouins au niveau de Bébour (genitalia montés sur lame au baume du Canada).

Paratypes et pédo-types provenant du même site : 10 nymphes dont une contenait une femelle (genitalia montés sur lame au baume du Canada) ; 15 larves au dernier stade.

Toute la série type est déposée dans la collection du service "Insectes et maladies tropicales", à l'Institut Pasteur de Paris.

Matériel déposé dans les collections du British Museum (NH), Londres (récoltes de F. Starmühlner, avril 1974) :

- Ravine Mathurine, affluent de la Rivière des Marsouins, sur la route de Takamaka (altitude : 700 m) : 3 nymphes.

### 3.2.2. Genitalia mâles (Pl. 4, Figs 12 à 14 ; Pl. 5 : Figs 15 et 16 ; Pl. 15, Figs e et f)

Gonostyles coniques en vue ventrale, non aplatis dorso-ventralement, extrémité effilée, tordue vers l'intérieur, présence d'une épine terminale.

Gonosterne large, cordiforme ; bords latéraux courbés vers l'intérieur ; bord postérieur échancré au niveau de sa partie médiane ; bras robustes, faiblement divergents vers l'extérieur. Carène médiane très saillante, mais ne dépassant pas le bord postérieur du gonosterne, bord médio-

ventral bien marqué ; la forme de la carène est très caractéristique : elle est très élargie au niveau du quart postérieur. Sclérite médian faiblement chitinisé, bord parallèles.

Paramères munis d'une longue épine noire fortement sclérifiée.

### 3.2.3. Genitalia femelles (Pl. 5, Figs 17 et 18)

Aire médiane du 8<sup>ème</sup> sternite sclérifiée. Gonapophyses antérieures triangulaires à extrémité arrondie, bien séparées l'une de l'autre et délimitant un espace semi-elliptique. Paraproctes bruns, étroits, munis ventralement d'un épaissement chitineux ; cerques bruns, rétrécis du côté ventral. Spermathèque ronde, brun foncé.

### 3.2.4. Nymphe (Pl. 6, Figs 19, 20 et 21 ; Photo 2)

Longueur : 2,8 à 3 mm (sans les filaments respiratoires).

Cocon de couleur brun roux, en forme de poche aplatie munie d'un large processus dorsal couvrant la tête ; tissage très lâche ; bords latéraux et antérieurs irréguliers. Tégument du céphalothorax portant une forte densité de petits tubercules discoïdes (diamètre : 3 à 5 µm) peu sail-lants et des trichomes simples (longueur : 80 à 120 µm) peu nombreux. Appareil respiratoire constitué de chaque côté de trois filaments, un peu plus longs que la puppe, portés par un court pédoncule sur lequel s'insèrent un filament dorsal recourbé dans le plan sagittal et deux fila-ments ventraux qui s'étalent dans le plan horizontal.

Abdomen : - *dorsalement*, de chaque côté, 4 crochets simples, étroitement rapprochés sur les segments III et IV, deux petites épines terminales sur le segment IX ; - *ventralement*, de chaque côté, 2 crochets bifides rapprochés et deux soies latérales sur le segment V, 1 crochet bifide et une soie latérale sur les segments VI et VII.

### 3.2.5. Larve (Pl. 7, Figs 22, 23, 24 et 25 ; Pl 16, Fig. c)

Longueur : 5,2 à 6,3 mm. Coloration générale grise.

Capsule céphalique brune, ornementation diffuse, avec des taches plus sombres sur le fronto-clypéus au niveau des insertions musculaires.

Antenne à trois articles, longue comme une fois et demie la hampe de l'éventail prémandibu-laire ; premier article brun clair, les deux autres translucides. Éventail prémandibulaire : 45 à 50 baguettes falciformes. Échancrure ventrale peu profonde ; sommet de l'échancrure à contour sinueux, très éloigné de la base de l'hypostome et ne dépassant pas les apodèmes. Bordure antérieure de l'hypostome formée de 9 dents noires ; les deux dents externes et la dent médiane étant nettement plus hautes et larges ; dent médiane très acérée, plus étroite et plus longue, dépassant l'extrémité des deux dents latérales ; présence de deux gros denticules noirs de chaque côté du submentum, suivis de quelques petites denticules clairs ; une rangée de 6 grandes soies de cha-que côté de l'hypostome, présence de 4 petites soies dans sa partie basale.

Mandibule (Pl. 16, Fig. c) : processus tp constitué de deux dents rapprochées, la dent supé-rieure étant deux fois plus grande que la dent inférieure.

Une paire de papilles terminales abdominales coniques, bien développées. Branchies rectales constituée de trois digitations principales, chacune portant à la base une ou deux petites digita-tions secondaires. Disque adhésif postérieur : 80 à 95 rangées de 11 à 13 crochets chacune.

### 3.3. Description de *Simulium (Nervermannia) borbonense* n. sp.

#### 3.3.1. Matériel examiné (J. Giudicelli leg. et coll., mai 1983)

- Rivière des Marsouins, cours inférieur (altitude : 60 m) : 1 nymphe ;
- affluent rive gauche de la Rivière des Marsouins à Takamaka (altitude : 930 m) : 2 nymphes, 16 larves ;
- Rivière du Mât, cours inférieur (altitude : 80 m) : 11 nymphes, 3 larves ;
- Rivière du Mât, cours inférieur (altitude : 160 m) : 10 nymphes, 3 larves ;
- Rivière du Mât, début des gorges (altitude : 450 m) : 3 nymphes, 8 larves ;
- Petit Bras, affluent de la rivière Cilaos (altitude : 420 m) : 6 nymphes, 4 larves ;
- Exutoire du Grand Étang (altitude : 530 m) : 5 nymphes, 2 larves.

HOLOTYPE : 1 mâle disséqué à partir d'une nymphe provenant du cours inférieur de la Rivière du Mât à 80 m d'altitude (genitalia montés sur lame au baume du Canada).

Paratypes et pédo-types provenant du même site : 8 nymphes dont une contenait une femelle (genitalia montés sur lame au baume du Canada) ; 3 larves au dernier stade.

Toute la série type est déposée dans la collection du service "Insectes et maladies infectieuses", à l'Institut Pasteur de Paris.

Étymologie : le nom de l'espèce a été donné en référence à l'ancienne appellation de l'île de la Réunion : l'île Bourbon.

Matériel déposé dans les collections du British Museum (NH), Londres :

#### 1/ Récoltes de L. Davies (janvier 1968)

- Rivière Cilaos (altitude : 1000 m) : 2 nymphes, 30 larves ;
- Rivière des Fleurs Jaunes (affluent de la Rivière du Mât) (600 m) : 5 nymphes, 6 larves.

#### 2/ Récoltes de Starmühlner (avril 1974)

- Rivière des Galets, cours inférieur (altitude : 120 m) : 1 nymphe, 24 larves ;
- Rivière des Pluies (altitude : 100 m) : 3 nymphes, 29 larves ;
- Rivière Cilaos, cours inférieur (altitude : 200 m) : 3 larves ;
- Rivière du Mât, cours inférieur (altitude : 145 m) : 16 larves ;
- Rivière du Mât, près de Salazie (altitude : 450 m) : 2 nymphes, 6 larves ;
- Ravine Mathurine, affluent de la Rivière des Marsouins (altitude : 700 m) : 3 nymphes, 50 larves ;
- Ilet des Étangs, affluent de la Rivière de Cilaos (altitude : 1220 m) : 1 nymphe, 9 larves.

#### 3.3.2. Genitalia mâles (Pl. 8, Figs 26 et 27 ; Pl. 9 : Figs 28 et 29 ; Pl. 15 : Figs c et d)

Gonopodes longs ; gonocoxite plus long que le gonostyle ; gonostyle en forme de botte, partie distale large et repliée du côté interne, présence d'une épine sub-terminale.

Plaque ventrale large nettement arrondie à partir de la base des bras latéraux ; bord postérieur sinueux de part et d'autre de la carène médiane ; bord antérieur noir, sclérifié ; bras latéraux longs, courbés vers l'intérieur, fortement sclérifiés -sclérisation se prolongeant sur le bord antérieur et sur les cotés de la plaque ventrale-. Carène médiane saillante (Figs 27, 28 et 29), élargie au niveau du quart distal ; extrémité distale dépassant nettement le bord postérieur de la plaque ; extrémité proximale éloignée du bord antérieur de la plaque avec présence d'un repli dans l'espace de séparation.

Sclérite médian assez court, à bords sub-parallèles. Paramères bruns, un seul crochet de chaque côté.

### 3.3.3. Genitalia femelles (Pl. 9, Figs 30 et 31)

Gonapophyses triangulaires, apex arrondi, largement écartées l'une de l'autre ; aire centrale du sternite VIII peu pigmentée. Cerques gris brun, en forme d'un demi-cercle ; paraproctes gris, présentant une pointe antérieure formée par deux épaissements chitineux. Spermathèque sphérique ou ovoïde, paroi lisse, sans ornementation.

### 3.3.4. Nymphe (Pl. 10, Figs 32 à 35)

Longueur : 2 à 2,4 mm (sans les filaments respiratoires). Cocon en forme de poche simple entourant le corps, laissant à découvert les filaments respiratoires, muni d'un processus dorsal large, couvrant le thorax ; tissage peu serré. Région dorsale du thorax densément couverte de très nombreux tubercules arrondis, de forme hémisphérique, (diamètre de 6 à 10  $\mu\text{m}$ ) ; présence de trichomes simples, peu nombreux (longueur : 60-70  $\mu\text{m}$ ). Appareil respiratoire (Pl.10, Figs 32, 34 et 35) : représenté de chaque côté par 4 filaments fins, de couleur brune, aussi longs que la nymphe, répartis en deux paires issues d'un même point du thorax et divergeant à partir de leur base ; les filaments de la paire ventrale sont plus longs que ceux de la paire dorsale, ils sont disposés sur un plan horizontal ; les filaments de la paire dorsale, portés par un court pédoncule, sont disposés dans un plan sagittal.

Abdomen : - *dorsalement*, de chaque côté, 4 crochets simples, étroitement rapprochés sur les segments III et IV, deux petites épines terminales sur le segment IX ; - *ventralement*, de chaque côté, 2 crochets bifides rapprochés sur le segment V, un crochet bifide et une épine latérale sur le segment VI, une épine sur le segment VII.

### 3.3.5. Larve (Pl. 11, Figs 36, 37 et 38 ; Pl. 16, Fig. b)

Longueur : 6 à 6,4 mm. Coloration générale gris clair.

Fronto-clypeus jaune clair dans la partie antérieure, brun dans la partie médiane et postérieure, insertions musculaires formant des taches brun foncé. Parties latérales de la capsule céphalique claires en avant, brunes en arrière ; taches oculaires entourées d'une zone claire. Face ventrale de la capsule céphalique claire en avant, brune autour des apodèmes et de l'échancrure. Échancrure ventrale très courte, de forme générale carrée, bord antérieur festonné, dépassant très peu le bord antérieur des apodèmes.

Antenne à trois articles, longue comme une fois et demie la hampe de l'éventail prémandibulaire ; premier article brun clair, les deux autres translucides. Prémandibules portant 35 à 38 baguettes falciformes. Mandibule (Pl. 16, Fig. b) : processus tp constitué de 2 grandes dents très pointues, séparées l'une de l'autre par un espace en triangle. Hypostome à 9 dents antérieures, les 2 grandes dents latérales étant plus fortes que la dent médiane ; 5 à 7 denticulations sur chaque bord ; de chaque côté une rangée de 8 soies et 4 soies vers le milieu de l'hypostome.

Abdomen : présence de 2 petites papilles ventrales coniques, de très petite taille. Trois branches rectales simples ou portant 1 à 3 petites digitations. Disque postérieur portant 74 à 78 rangées de 10 à 12 crochets chacune.

## 3.4. Description de *Simulium (Nevermannia) indoceanicum* n. sp.

### 3.4.1. Matériel examiné (J. Giudicelli leg. et coll., mai 1983)

- Rivière du Mât, début des gorges (altitude : 450 m) : 10 nymphes, 8 larves ;

- Petit Bras, affluent de la rivière Cilaos (altitude : 420 m) : 6 nymphes ;
- Affluent rive gauche de la Rivière des Marsouins à Takamaka (altitude : 930 m) : 2 nymphes, 9 larves ;
- Bras de Benjouin, affluent de la rivière Cilaos (altitude : 1400 m) : 3 nymphes, 6 larves.

HOLOTYPE : 1 mâle disséqué à partir d'une nymphe provenant du cours inférieur de la Rivière du Mât à 450 m d'altitude (genitalia montés sur lame au baume du Canada).

Paratypes et pédoptypes provenant du même site : 8 nymphes dont une contenait une femelle (genitalia montés sur lame au baume du Canada) ; 3 larves au dernier stade.

Toute la série type est déposée dans la collection du service "Insectes et maladies infectieuses", à l'Institut Pasteur de Paris.

Matériel déposé dans les collections du British Museum (NH), Londres (récoltes de Starmühlner, avril 1974) :

- Ravine Mathurine, affluent de la Rivière des Marsouins (altitude : 700 m) : 3 nymphes ;
- Bras de Benjouin, affluent de la rivière Cilaos (altitude : 1400 m) : 21 nymphes, 66 larves.

Cette espèce est la plus grande des Simulies récoltées à la Réunion (cf. taille des nymphes et des larves).

### 3.4.2. Genitalia mâles (Pl. 12, Figs 39, 40 et 41 ; Pl. 15, Figs g et h)

Gonopodes longs et trapus ; gonostyle à extrémité tronquée et courbée vers l'intérieur, une épine apicale.

Gonosterne large, bords latéraux et bord postérieur arrondis ; bras verticaux, épais et fortement sclérifiés, munis d'un renforcement sur le plan ventral ; carène étroite, très développée du côté ventral et dépassant nettement le bord distal de la plaque.

Sclérite médian étroit et à bords sub-parallèles. Paramères triangulaires, surface plissée, partie basale fortement sclérifiée portant une grande épine dont une moitié est translucide.

### 3.4.3. Genitalia femelles

Nous ne disposons pas de femelles matures *in nymphe* dans le matériel récolté.

### 3.4.4. Nymphe (Pl. 13, Figs 42, 43 et 44 ; Photos 2 et 3)

Longueur : 3 à 4,2 mm (sans les filaments respiratoires). Cocon brun clair, transparent, finement tissé ; pourvu d'un talon très court ; ouverture semi-circulaire, épaissie latéralement et au niveau du talon ; bord antérieur pourvu d'un processus médian court et triangulaire, renforcé par un petit épaississement médio-dorsal, rebord du processus festonné. Tégument du céphalothorax portant des petits tubercules discoïdes (diamètre 3 à 6  $\mu\text{m}$ ) peu saillants et quelques trichomes simples (longueur : 70-110  $\mu\text{m}$ ). Appareil branchial constitué, de chaque côté, de quatre filaments gris, plus courts que la nymphe, tous disposés dans un même plan sagittal, tous insérés au thorax sur le même point (absence de tronc basal commun) ; le filament dorsal et le filament ventral dessinent un arc de cercle, les deux filaments médians forment un angle aigu.

Abdomen : - *dorsalement*, de chaque côté, 4 crochets simples rapprochés et 1 soie latérale externe sur les segments III et IV ; - *ventralement*, de chaque côté, 1 crochet bifide et 1 soie externe sur le segment IV ; 2 crochets bifides et 1 soie externe sur le segment V ; 1 crochet bifide, 1 épine, 1 soie externe sur les segments VI et VII.

### 3.4.5. Larve (Pl. 14, Figs 45, 46 et 47 ; Pl. 16, Fig. d)

Longueur : 6,5 - 7,5 mm. Coloration générale gris clair.

Capsule céphalique brune sur la face ventrale. Fronto-clypeus : partie antérieure jaune clair, partie postérieure brune ; 6 tâches brun sombre correspondant aux insertions musculaires.

Antennes deux fois plus longues que la hampe prémandibulaire, premier et troisième articles bruns, deuxième article brun clair et transparent. Prémandibules portant 43 à 45 baguettes falciformes. Mandibules (Pl. 16, Fig. d) : processus tp formé de deux grosses dents pointues de taille inégale (dent inférieure plus grande). Hypostome : bord antérieur portant 9 dents, la médiane et les latérales sont plus saillantes ; l'extrémité des dents latérales dépasse l'extrémité de la dent médiane ; dents marginales nettes, au nombre de 10 à 12 ; deux rangées latérales de 12 à 14 soies robustes, 4 à 6 soies plus petites près de la partie médiane de l'hypostome. Échancrure ventrale de la capsule céphalique en forme d'ogive, s'étendant sur la moitié de la distance comprise entre la base de l'échancrure et celle de l'hypostome submentum ; apodèmes remontant jusqu'aux 2/3 de la hauteur de l'échancrure.

Abdomen : dépourvu de papilles coniques ventrales. Branchies anales simples, constituées chacune d'un filament. Disque adhésif postérieur portant 108 à 112 rangées de 17 à 21 crochets chacune.

## 4. Discussion.

Les trois espèces nouvelles sont très voisines au plan systématique : elles appartiennent à un même groupe, le groupe de *S. ruficorne*, et les différences morphologiques, entre elles et avec l'espèce nominale, sont peu marquées, surtout au stade adulte. Les stades préimaginaux (larves et nymphes) fournissent les caractères distinctifs les plus nets.

a) *S. indoceanicum* se distingue des trois autres espèces, d'abord par une taille significativement supérieure.

b) Les genitalia mâles, dont les caractères sont à la base de l'identification des espèces de Simulies, ne présentent pas de différences considérables par rapport à l'espèce de référence (*S. ruficorne*) ; néanmoins on relève certaines particularités et originalités chez chacune des trois nouvelles espèces :

\* Gonopodes : chez *S. triplex* ils sont plus courts et trapus, avec des gonostyles tordus sur leur axe longitudinal ; chez *S. borbonense* l'extrémité des gonostyles est aplatie et repliée vers l'intérieur.

\* Plaque ventrale (gonosterne) - cette pièce apporte les caractères distinctifs les plus nets, principalement au niveau du contour de la plaque, de la forme des bras et surtout au niveau de la carène :

- *S. ruficorne* : plaque à bords arrondis, bras verticaux, carène très étroite s'étendant sur toute la longueur de la plaque.

- *S. triplex* : plaque en forme de triangle, avec une invagination au milieu du bord postérieur ; bras longs et fortement sclérifiés ; carène élargie dans sa partie terminale.

- *S. borbonense* : plaque large, bords latéraux arrondis, bord postérieur festonné ; bras verticaux, courbés vers l'intérieur ; carène plus courte, n'atteignant pas le bord antérieur de la plaque et dépassant le bord postérieur .

- *S. indoceanicum* : plaque large, bords latéraux arrondis ; bras verticaux, courts et fortement sclérifiés ; carène longue et étroite, dépassant le bord postérieur de la plaque.

c) Les nymphes fournissent les caractères distinctifs qui permettent de reconnaître d'emblée les quatre espèces ; ces caractères se situent au niveau de l'appareil respiratoire et du cocon.

- *S. ruficorne* : 4 filaments branchiaux courts et épais sur toute leur longueur ; cocon étroit, finement tissé, muni d'un processus dorsal triangulaire.

- *S. triplex* : 3 filaments branchiaux fins ; cocon plus ou moins étalé, à texture lâche, processus dorsal court et à contour arrondi.

- *S. borbonense* : 4 filaments branchiaux fins, répartis en deux paires disposées sur deux plans différents ; cocon étroit, tissage plus ou moins lâche, processus dorsal en forme de triangle à sommet arrondi.

- *S. indoceanicum* : 4 filaments branchiaux étalés dans le même plan vertical ; cocon très caractéristique (présence d'un talon, d'un processus dorsal renforcé et d'une ouverture à bord épaissi).

d) Les larves permettent aussi une bonne identification des espèces.

- *S. ruficorne* : 2 grandes papilles ventrales ; branchies rectales portant 3 à 4 digitations ; échancrure ventrale à bord droit, ne dépassant pas le sommet des apodèmes ; capsule céphalique claire avec des taches brunes étroites ; hypostome avec 5 ou 6 soies de chaque côté ; processus tp de la mandibule formé de 2 grosses dents.

- *S. triplex* : 2 grandes papilles ventrales ; branchies rectales portant 1 ou 2 digitations ; échancrure ventrale à bord sinueux, ne dépassant pas le sommet des apodèmes ; hypostome avec 6 soies de chaque côté ; processus tp de la mandibule formé de 2 dents inégales.

- *S. borbonense* : 2 petites papilles ventrales ; branchies rectales simples ou portant 1 à 3 digitations ; échancrure ventrale à bord sinueux, ne dépassant pas le sommet des apodèmes ; hypostome avec 8 soies de chaque côté ; processus tp de la mandibule formé de 2 grosses dents.

- *S. indoceanicum* : les larves de cette espèce présentent les caractères différentiels les plus nets : absence de papilles ventrales ; branchies rectales simples ; échancrure ventrale de la capsule céphalique en triangle ; disque postérieur : 110 rangées de 20 crochets chacune.

e) Le cas de *S. borbonense*

L'espèce est, par les caractères larvaires et nymphaux, apparentée à *S. tolongoinae*, connue uniquement de Madagascar (GRENIER & BRUNHES 1972) ; elle aussi appartient au groupe de *S. ruficorne* Macquart.

*S. borbonense* et *S. tolongoinae* présentent leurs plus fortes ressemblances dans le nombre et la disposition des filaments respiratoires des nymphes. On retiendra dans la description originale de *S. tolongoinae* : « quatre filaments grêles disposés en deux paires. La paire dorsale s'écarte nettement de la paire ventrale, et ses deux filaments, portés par un pédoncule nettement individualisé, sont disposés dans le plan sagittal, alors que la paire ventrale, sessile, est disposée dans le plan perpendiculaire au plan de la paire dorsale » (GRENIER & BRUNHES 1972). On retrouve ces caractères à l'identique chez les nymphes de *S. borbonense*.

Chez les larves, l'échancrure ventrale de la capsule céphalique est du même type chez les deux espèces ; cependant, des caractères distinctifs nets se situent au niveau de :

- la coloration de la tête : claire chez *S. tolongoinae*, brune en grande partie chez *S. borbonense*.
- la mandibule : processus tp constitué d'une forte dent suivie d'une petite dent acérée chez *S. tolongoinae*, constitué de deux fortes dents chez *S. borbonense*.
- les soies du submentum : de chaque côté, 4 grandes soies suivies de 2 plus petites chez *S. tolongoinae*, 8 grandes soies chez *S. borbonense*.

Les caractères qui différencient le mieux les deux espèces se situent dans les genitalia mâles. Chez *S. tolongoinae*, le gonostyle est cylindro-conique et plus court que le gonocoxite ; la plaque ventrale est profondément échancrée à son bord postérieur ; la carène médiane est longue : elle part du bord antérieur de la plaque et dépasse très largement le bord postérieur.

## 5. Répartition et écologie des espèces

### 5.1. *Simulium ruficorne*

La plupart des stations se situent entre 10 et 60 m d'altitude. Les larves et les nymphes vivent dans le cours inférieur des rivières de l'île, dans des eaux dont la température est comprise entre 23 et 28,5°C. La présence de l'espèce dans deux stations (émissaires de petits étangs) à une altitude supérieure (520 m et 680 m) s'explique par la température élevée de l'eau (25 et 27,5°C).

Ces caractéristiques écologiques (espèce de basse altitude, peu rhéophile et thermophile) concordent avec les informations dont on dispose dans les autres parties de l'aire de répartition de l'espèce. Ainsi, GRENIER (1953) signale que l'espèce peut se rencontrer dans des cours d'eau au courant lent, depuis les plus basses altitudes jusqu'à 1300 m ; en Tunisie les larves et les nymphes ont été trouvées dans des petits cours d'eau à faible débit et au courant lent, entre 50 et 300 m d'altitude (BOUMAIZA & CLERGUE-GAZEAU 1986).

### 5.2. *Simulium triplex*

C'est la plus alticole, la plus sténotherme et la plus rhéophile des quatre espèces de Simulies de la Réunion. Nous avons récolté un matériel abondant (larves et nymphes) dans 5 stations du cours supérieur de la Rivière des Marsouins entre 1400 et 1600 m d'altitude, au niveau de rapides (vitesse du courant < 80 cms<sup>-1</sup>), dans des eaux entre 14 et 16°C.

### 5.3. *Simulium borbonense*

Elle est signalée à diverses altitudes. Sur les 16 stations où l'espèce a été récoltée, 7 se situent à faible altitude (entre 60 m et 400 m) dans le cours inférieur des grands cours d'eau ; 6 stations entre 420 et 1000 m ; 3 stations au dessus de 1000 m.

#### 5.4. *Simulium indoceanicum*

Espèce alticole et sténotherme. Les 6 stations où elle a été récoltée sont au-dessus de 400 m d'altitude : 4 stations entre 420 m et 930 m, 2 stations à 1400 m.

### 6. La spéciation des espèces de Simulies de la Réunion

Les espèces du groupe *ruficornes* ont colonisé plusieurs îles lointaines de l'Océan Atlantique (Sainte-Hélène, îles du Cap Vert, îles des Canaries) et de l'Océan Indien (la Réunion, Seychelles, Maurice, Rodriguez).

La faune des Simulies de la Réunion constitue un ensemble de quatre "sister species" de ce même groupe. Nous avons ici un cas de spéciation sympatrique comme on en connaît dans divers groupes zoologiques habitant des îles ou des archipels. Ces zones, bien isolées, sont souvent habitées par un groupe d'espèces qui ont de fortes affinités systématiques avec une espèce à large répartition sur le continent voisin. Ainsi, les quatre espèces de Simulies de la Réunion appartiennent à un même groupe taxonomique dont l'espèce de référence, *Simulium ruficornes*, a une aire de répartition s'étendant sur toute l'Afrique, la péninsule arabique, le Moyen Orient et une partie du bassin méditerranéen.

Ce phénomène peut être interprété comme le résultat d'invasions multiples de l'espèce parentale qui ont produit des processus de spéciation (MAYR 1963). Dans le cas présent, l'île a d'abord été colonisée par un premier groupe immigrant de *S. ruficornes* ; cette population a divergé génétiquement de la population parentale et a acquis l'isolement reproductif avant l'arrivée d'un second groupe d'immigrants provenant du continent africain ; le processus s'est produit trois fois.

L'immigration des populations de l'espèce parentale est conditionnée par un transport passif de femelles fécondées. Le transport par les oiseaux est probable puisque les espèces du groupe *ruficornes* sont ornithophiles (FREEMAN & DE MEILLON 1953 ; CROSSKEY 1969 et 1990, pp 424-426).

Ainsi, les colonisations successives par des populations de *S. ruficornes*, suivies de spéciation, ont enrichi la faune des Simulies de la Réunion à partir d'un petit nombre initial d'immigrants.

#### Remerciements.

Je veux remercier très chaleureusement le Docteur R. W. Crosskey qui a bien voulu examiner le matériel que j'avais récolté à la Réunion. Il a confirmé la validité des trois espèces nouvelles pour lesquelles il a aussi proposé une appellation spécifique.

De plus, il m'a envoyé pour examen les Simulies de la Réunion (récoltes de L. Davies et de F. Star-mühlner) déposées dans les collections du British Museum (NH).

Il n'a pas accepté d'être co-signataire de cet article ; je le regrette bien vivement.

Je tiens aussi à remercier mon collègue le professeur A. Champeau qui m'a associé à la mission qu'il a organisée en 1983 à la Réunion.

## Travaux cités

- BEAUCOURNU-SAGUEZ, F. 1972. Captures de simulies dans la moitié sud du Portugal. Premières captures en Europe de *Simulium sergenti* Edwards 1923 et de *Simulium ruficorne* Macquart 1838. *Anais da Escola nacional Saúde pública e de Medicina tropical*, **6** (1/4) : 73-83.
- BEAUCOURNU-SAGUEZ, F. 1975. Récoltes de Simulies dans le Sud-Est de l'Espagne. *Annales de la Société entomologique de France (N.S.)*, **11** (1) : 73-89.
- BELQAT, B. & M. DAKKI. 2004. Clés analytiques des Simulies (Diptera) du Maroc. *Zoologica baetica*, **15** : 77-137.
- BOUMAIZA, M. & M. CLERGUE-GAZEAU. 1986. Le peuplement simulidien de la Tunisie : I. Inventaire faunistique et biogéographique (Diptera-Nematocera). *Annales de Limnologie*, **22** (1) : 31-39.
- CROSSKEY, R.W. 1960. A taxonomic study of the larvae of West African Simuliidae (Diptera, Nematocera) with comments on the morphology of the larval black-fly head. *Bulletin of the British Museum (Natural History) (Entomology)* **10** (1) : 1-74.
- CROSSKEY, R.W. 1967. A preliminary revision of the black-flies (Diptera, Simuliidae) of the Middle East. *Transactions of the Royal Entomological Society London*: **119**: 1-45.
- CROSSKEY, R.W. 1969. A re-classification of the Simuliidae (Diptera) of Africa and its islands. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Entomology*, supplement **14**, 195 pp.
- CROSSKEY, R.W. 1987. An annotated checklist of the world black flies (Diptera, Simuliidae). Pp 425-528 in K.C. Kim & R. Merritt (eds): *Black flies: ecology, population management and annotated world list*. Pennsylvania State University, 528 pp.
- CROSSKEY, R.W. 1990. *The Natural History of Blackflies*. John Wiley & Sons, 711 pp.
- CROSSKEY, R. W., A.K. NASHER, S. KAUER-BÜTTIKER & W. BÜTTIKER. 2002. First records of Simuliidae (Insecta : Diptera) from Socotra Island, Yemen. *Fauna of Arabia*, **19**: 419-425.
- FREEMAN, P. & B. DE MEILLON. 1953. Simuliidae of the Ethiopian Region. *British Museum (Natural History) London*. 224 pp.
- GIBBINS, E. G. 1936. Congo Simuliidae. *Annals of tropical Medicine and Parasitology*, **30**: 133-150.
- GRENIER, P. 1949. Simulies de Madagascar. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar*, **3** : 301-323.
- GRENIER, P. 1953. *Simuliidae de France et d'Afrique du Nord*. Lechevalier, Paris. 170 pp.
- GRENIER, P. & J. BRUNHES. 1972. Simulies (Diptera, Simuliidae) de Madagascar : *Simulium tolongoinae* n. sp., *S. milloiti* Grenier et Doucet, *S. pentaceros* n.sp. *Cahiers de l'O.R.S.T.O.M., série Entomologie médicale et Parasitologie*. **10** (1) : 69-75.
- GRENIER, P. & M. OVAZZA. 1951. Simulies du Moyen Congo. *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*, **44** : 222-234.
- GRENIER, P. & J. RAGEAU. 1949. Simulies du Cameroun. *Bulletin de la Société de Pathologie exotique*, **42** : 513-529.
- KIM, K.C. & R. MERRITT. 1987. *Blackflies: ecology, population management and annotated world list*. Pennsylvania State University, 528 pp.
- MAYR, E. 1963. *Animal species and evolution*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- RIVOSECCHI, L. 1978. 13. *Diptera Nematocera - Simuliidae*. In *Fauna d'Italia*. Calderini, Bologna. 533 pp.
- STARMÜHLNER, F. 1977. The freshwater fauna of La Réunion (Mascarene). *Cahiers de l'O.R.S.T.O.M., série Hydrobiologie*, **11** (3) : 239-250.

(paru en juillet 2008)

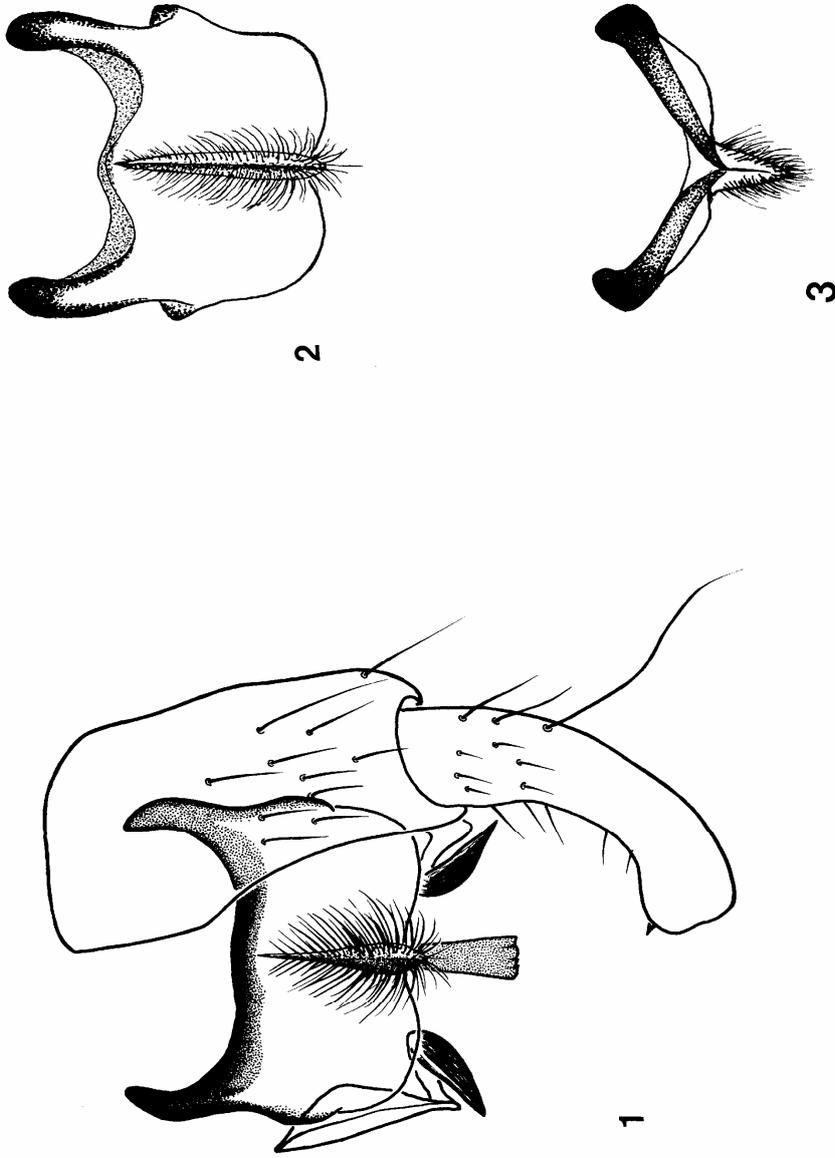


Planche 1. Figs 1 à 3 : structures adultes de *S. (N.) ruficornis*. 1 : genitalia mâles, vue ventrale.

2 : plaque ventrale, vue ventrale (exemplaire provenant du Niger, Afrique). 3 : plaque ventrale (vue antérieure).

Plate 1. Figs 1 to 3: adult structures of *S. (N.) ruficornis*. 1: Male terminalia, ventral view. 2: ventral plate, ventral view of a specimen from Niger (Africa). 3: ventral plate tilted so that the apex is downwards.

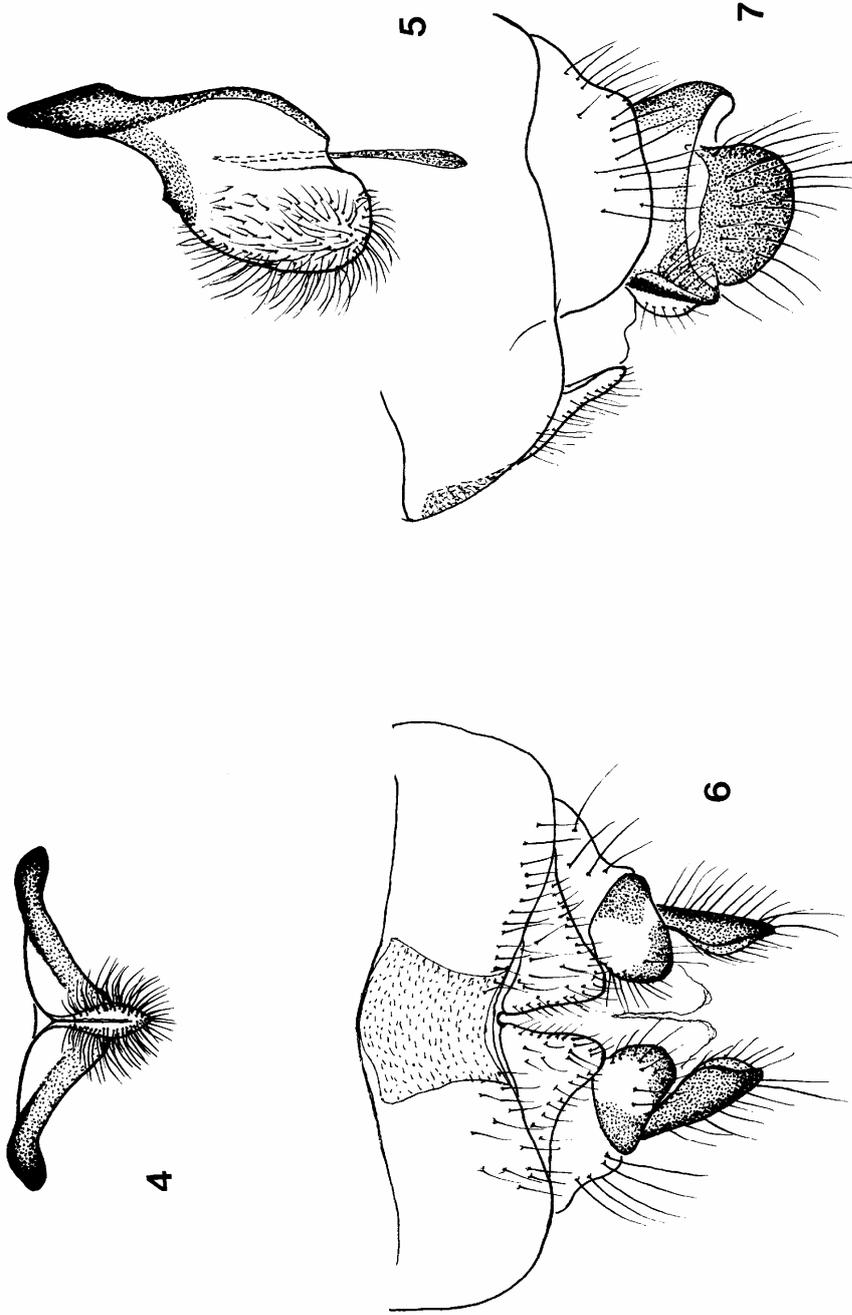
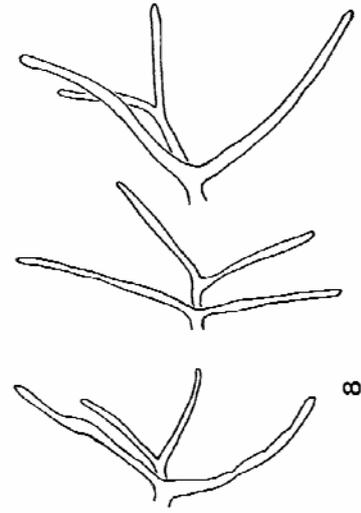
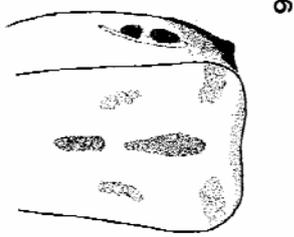


Planche 2. Figs 4 à 7 : structures adultes de *S. (N.) ruficornis*. 4 : plaque ventrale (vue postérieure). 5 : plaque ventrale (profil). 6 : genitalia femelles (vue ventrale). 7 : genitalia femelles (profil).

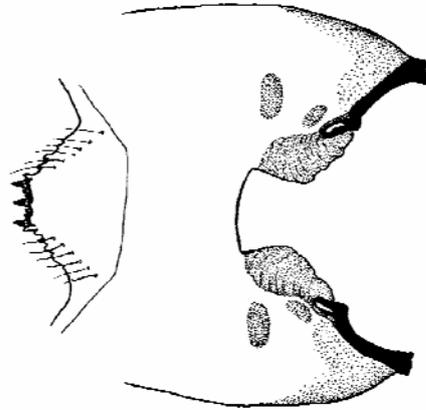
Plate 2. Figs 4 to 7: adult structures of *S. (N.) ruficornis*. 4: ventral plate tilted so that the apex is upwards. 5: ventral plate, lateral view. 6: female terminalia, ventral view. 7: female terminalia, lateral view of left cercus and paraproct.



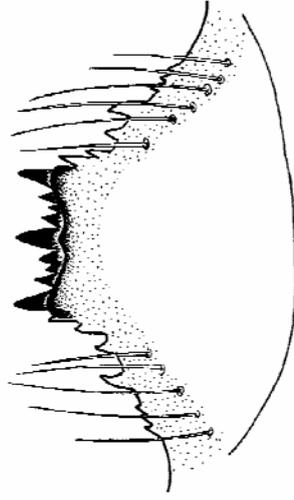
8



9



10



11

Planche 3. Figs 8 à 11 : structures de *S. (N.) ruficornis*. 8 : nymphe, filaments respiratoires. 9 : larve, capsule céphalique (vue dorsale). 10 : larve, capsule céphalique (vue ventrale). 11 : larve, hypostome.

Plate 3. Figs 8 to 11: structures of *S. (N.) ruficornis*. 8: larva, respiratory organs. 9: larva, head capsule, dorsal view. 10: larva, head capsule, ventral view showing post-genal cleft. 11: larva, hypostomium.

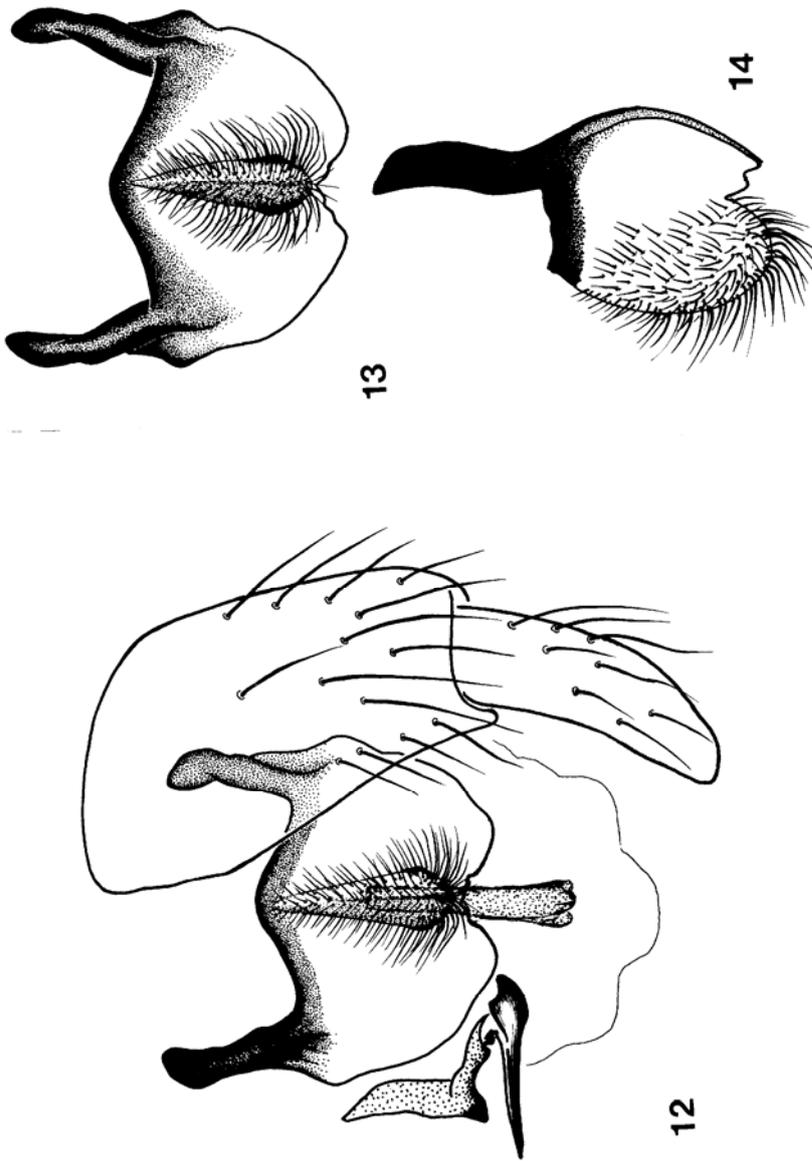


Planche 4. Figs 12 à 14 : structures adultes de *S. (N.) triplex* n. sp. 12 : genitalia mâles, vue ventrale.  
13 : plaque ventrale (vue ventrale). 14 : plaque ventrale (profil).

Plate 4. Figs 12 to 14: adult structures of *S. (N.) triplex* n. sp. 12: Male terminalia, ventral view.  
13: ventral plate, ventral view. 14: ventral plate, lateral view.

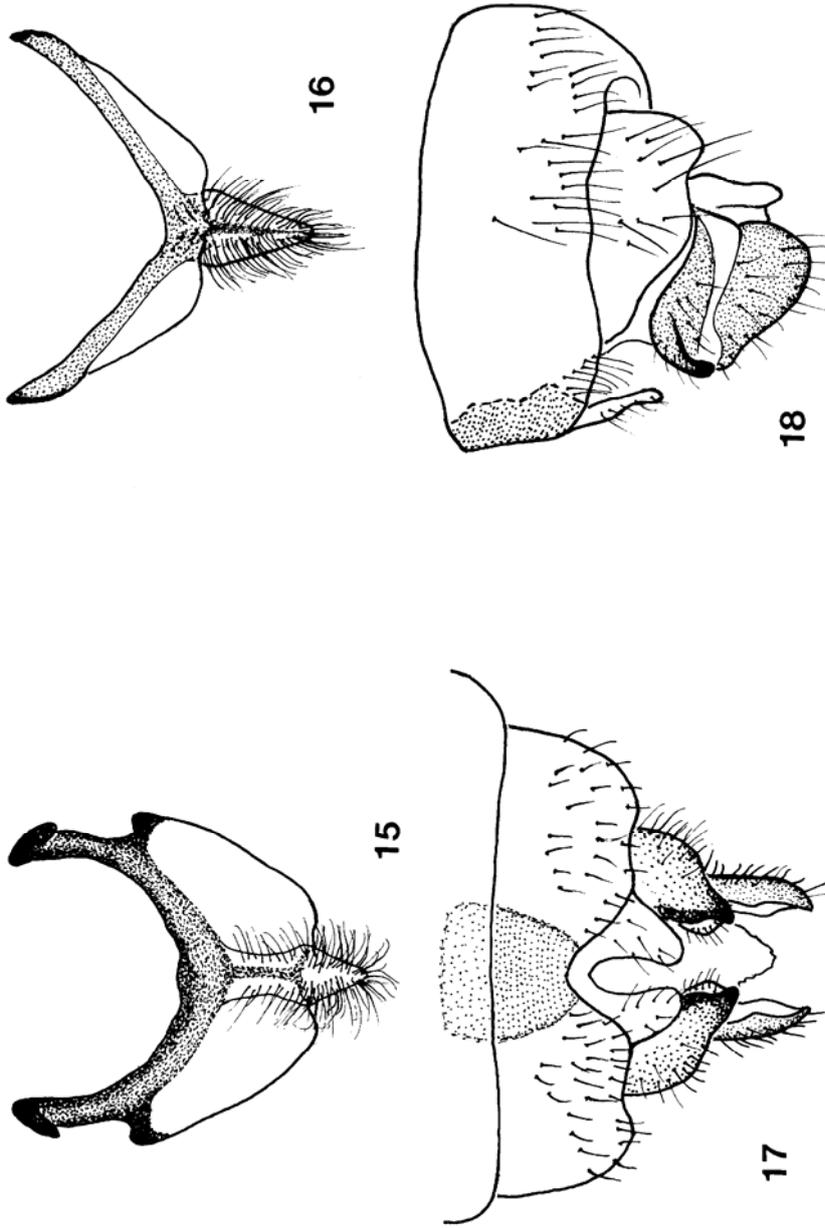


Planche 5. Figs 15 à 18 : structures adultes de *S. (N.) triplex* n. sp. 15 et 16, plaque ventrale du mâle (vues antérieures sous inclinaisons différentes). 17 : genitalia femelles (vue ventrale). 18 : genitalia femelles (profil).

Plate 5. Figs 15 to 18: adult structures of *S. (N.) triplex* n. sp. 15: male ventral plate tilted so that the apex is downwards. 16: male ventral plate tilted so that the apex is upwards. 17: female terminalia, ventral view. 18: female terminalia, lateral view of left cercus and paraproct.

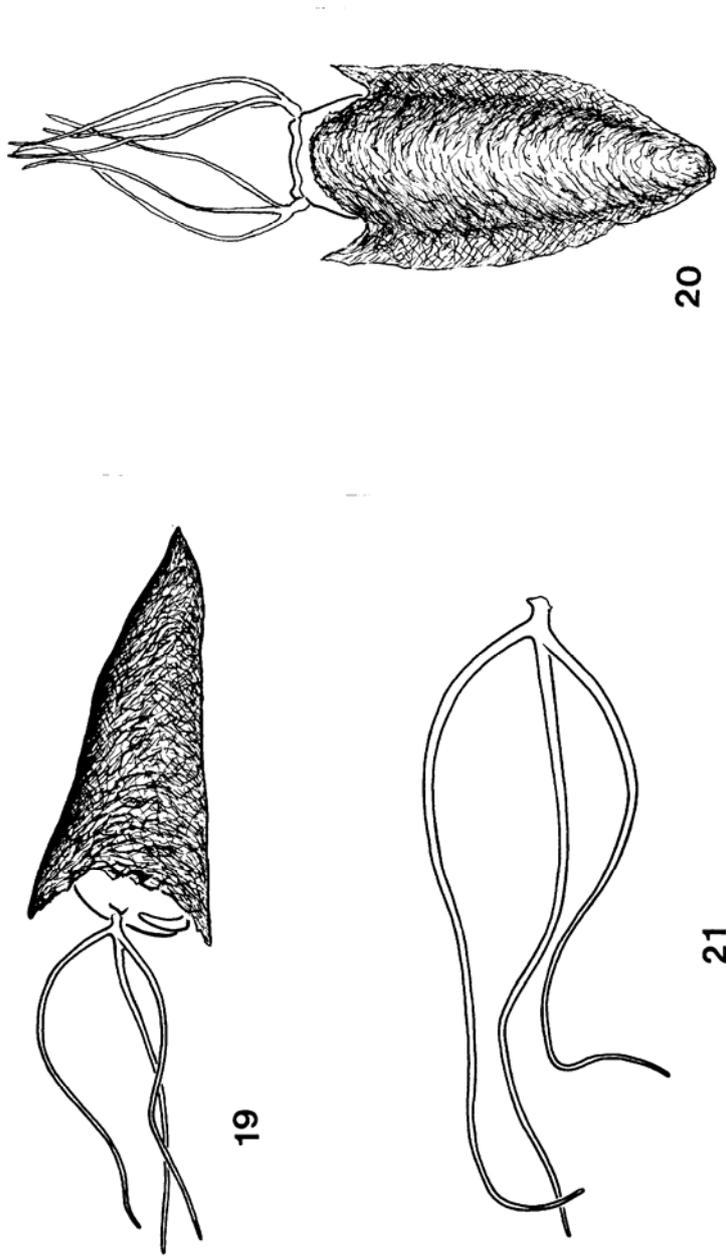


Planche 6. Figs 19 à 21 : structures nymphales de *S. (N.) triplex* n. sp. 19 : nymphe (profil). 20 : nymphe (vue dorsale).  
21 : filaments respiratoires (côté gauche, vue par l'extérieur).

Plate 6. Figs 19 to 21: pupal structures of *S. (N.) triplex* n. sp. 19: pupa and cocoon, side view.  
20: pupa and cocoon, dorsal view. 21: left respiratory organ, outer aspect.

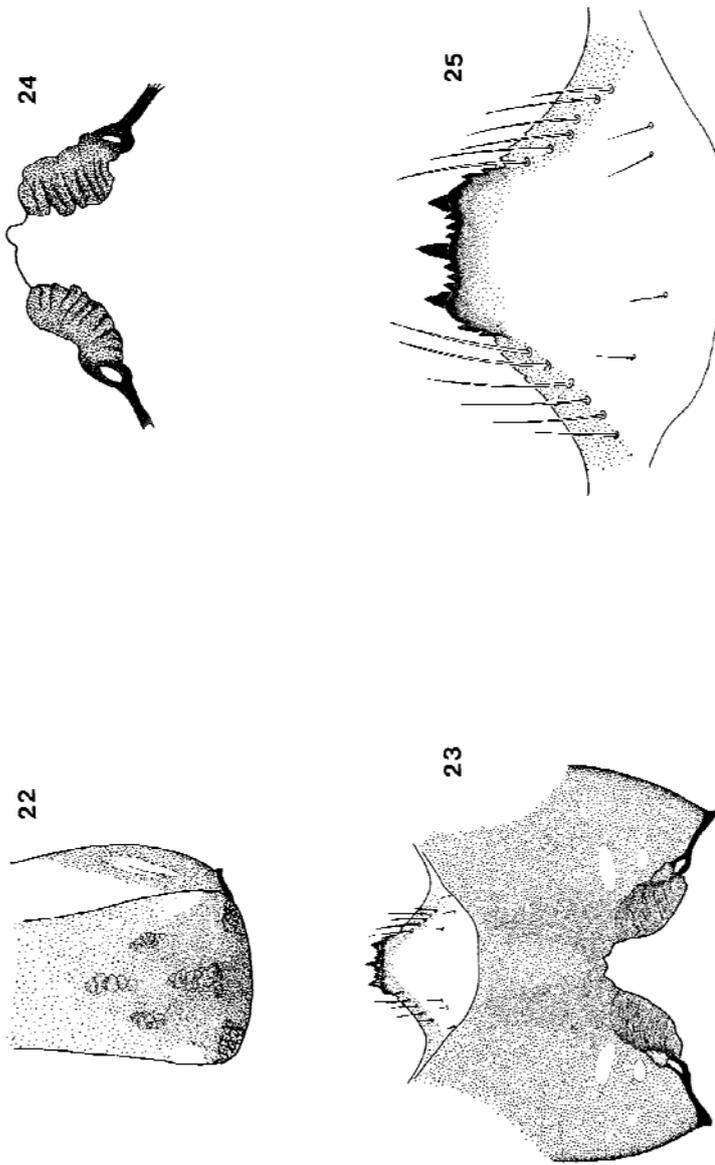


Planche 7. Figs 22 à 25 : structures larvaires de *S. (N.) triplex* n. sp. 22 : capsule céphalique (vue dorsale).  
23 : capsule céphalique (vue ventrale). 24 : échancrure ventrale. 25 : hypostome.

Plate 7. Figs 22 to 25: larval structures of *S. (N.) triplex* n. sp. 22: head capsule, dorsal view.  
23: head capsule, ventral view. 24: post-genal cleft. 25: hypostomium.

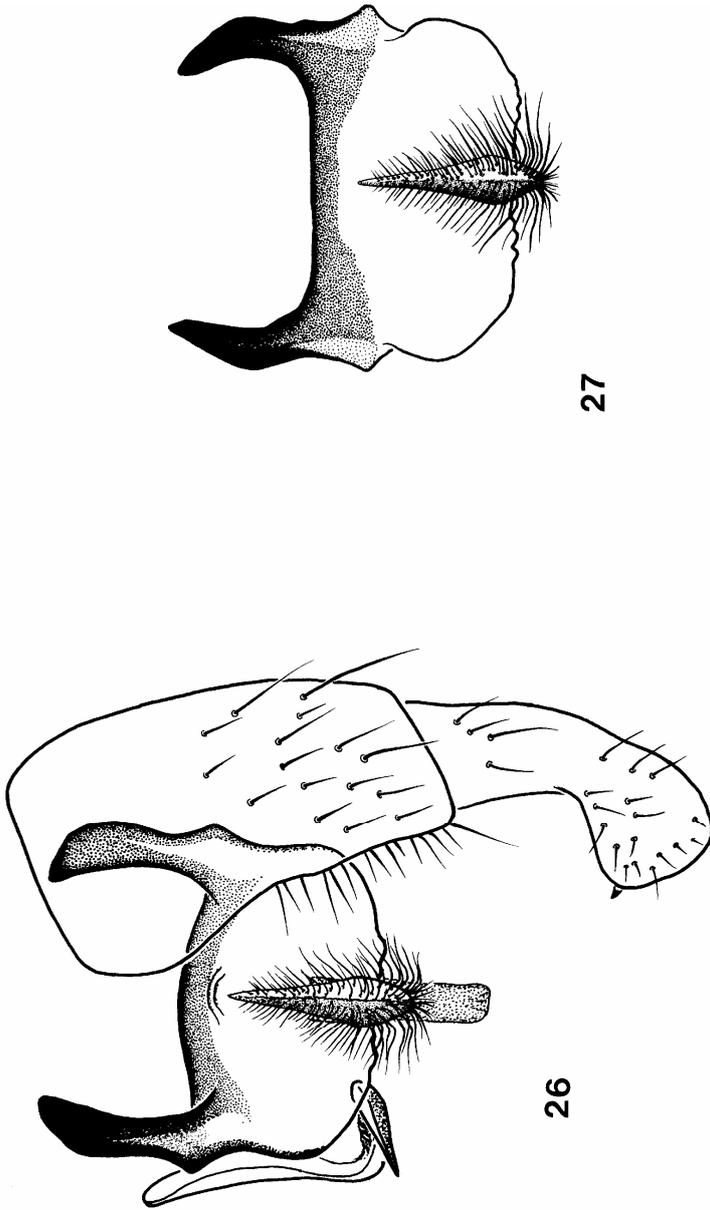


Planche 8. Figs 26 et 27 : structures adultes de *S. (N.) borbonense* n. sp. 26 : genitalia mâles, vue ventrale.  
27 : plaque ventrale (vue ventrale).

Plate 8. Figs 26 and 27: adult structures of *S. (N.) borbonense* n. sp. 26: male terminalia, ventral view.  
27: ventral plate, ventral view.

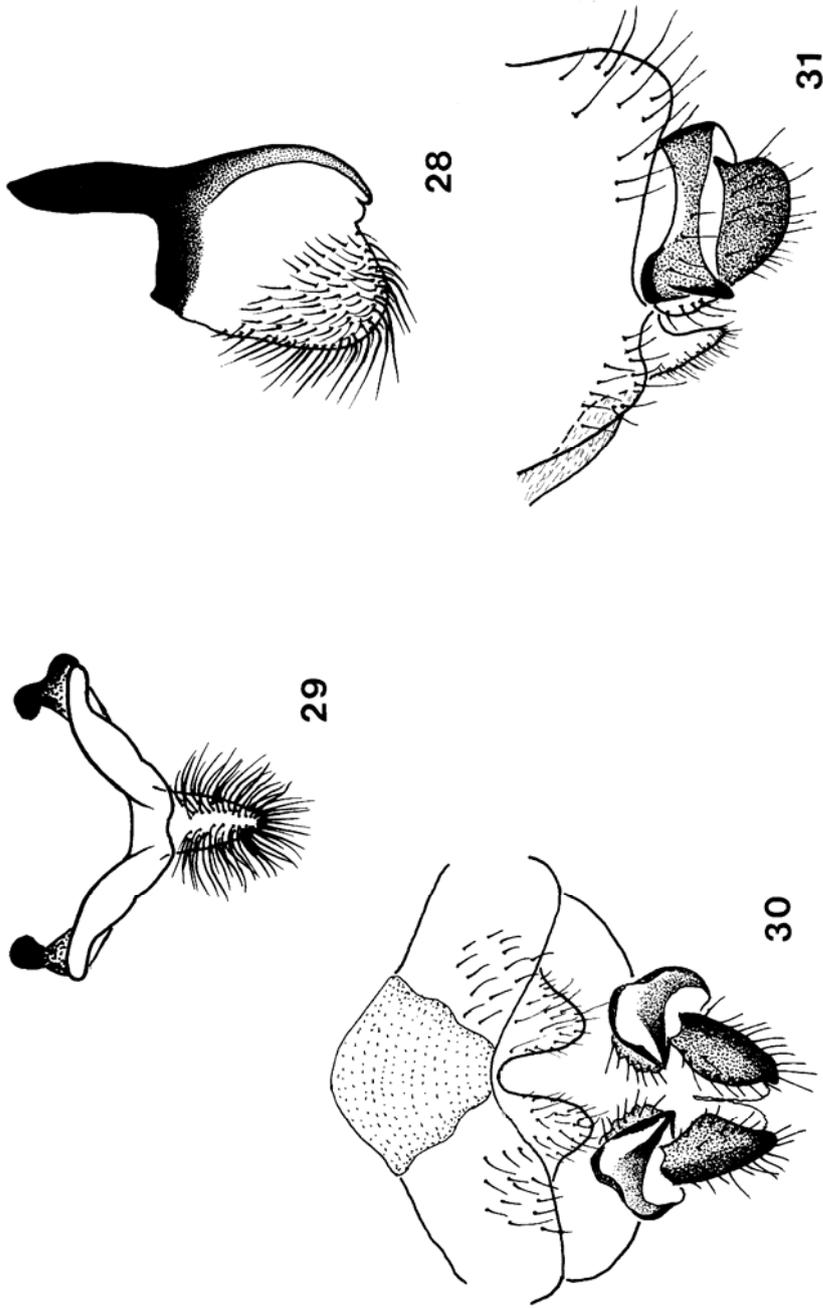


Planche 9. Figs 28 à 31 : structures adultes de *S. (N.) borbonense* n. sp. 28 : plaque ventrale du mâle (profil).  
29 : plaque ventrale (vue postérieure). 30 : genitalia femelles (vue ventrale). 31 : genitalia femelles (profil).

Plate 9. Figs 28 to 31: adult structures of *S. (N.) borbonense* n. sp. 28: male ventral plate, lateral view.  
29: ventral plate, apical view. 30: female terminalia, ventral view. 31: female terminalia, lateral view.

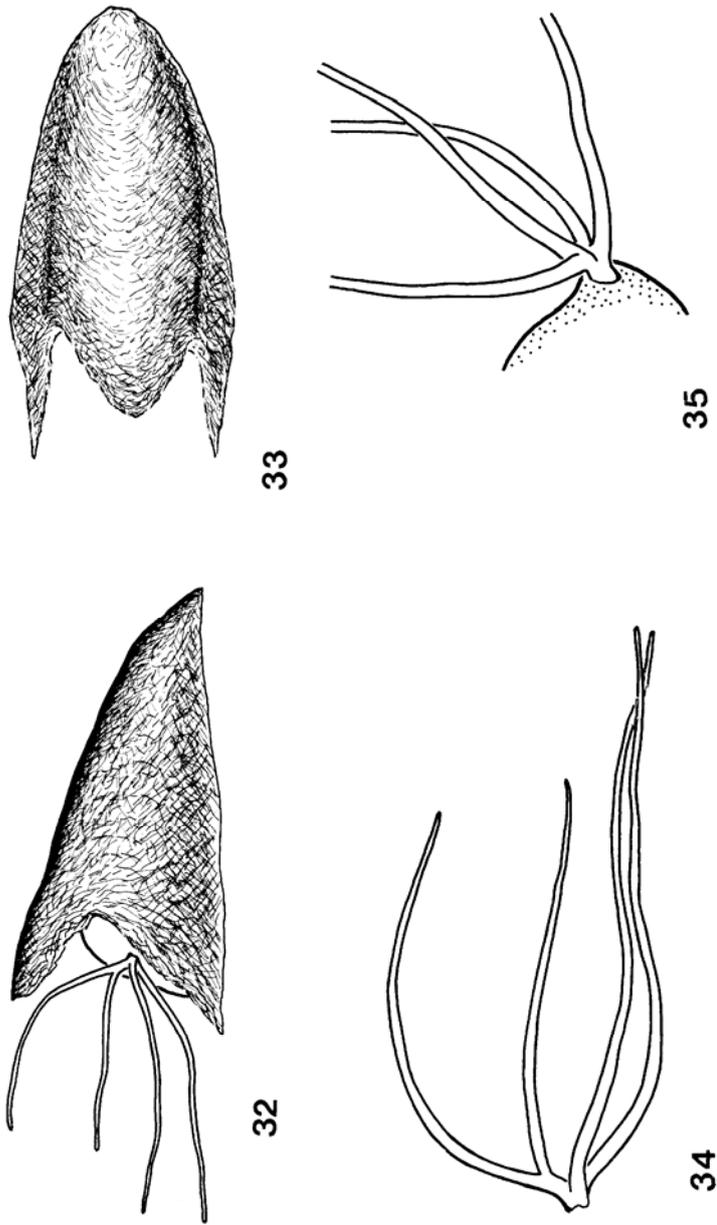


Planche 10. Figs 32 à 35 : structures nymphales de *S. (N.) borbonense* n. sp. 32 : nymphe (profil).  
33 : nymphe, cocon (vue dorsale). 34 et 35 : filaments respiratoires (côté droit, vis par l'extérieur et dorsalement).

Plate 10. Figs 32 to 35: pupal structures of *S. (N.) borbonense* n. sp. 32: pupa and cocoon, lateral view.  
33: cocoon, dorsal view. 34 and 35: respiratory organ, right side, lateral and dorsal view.

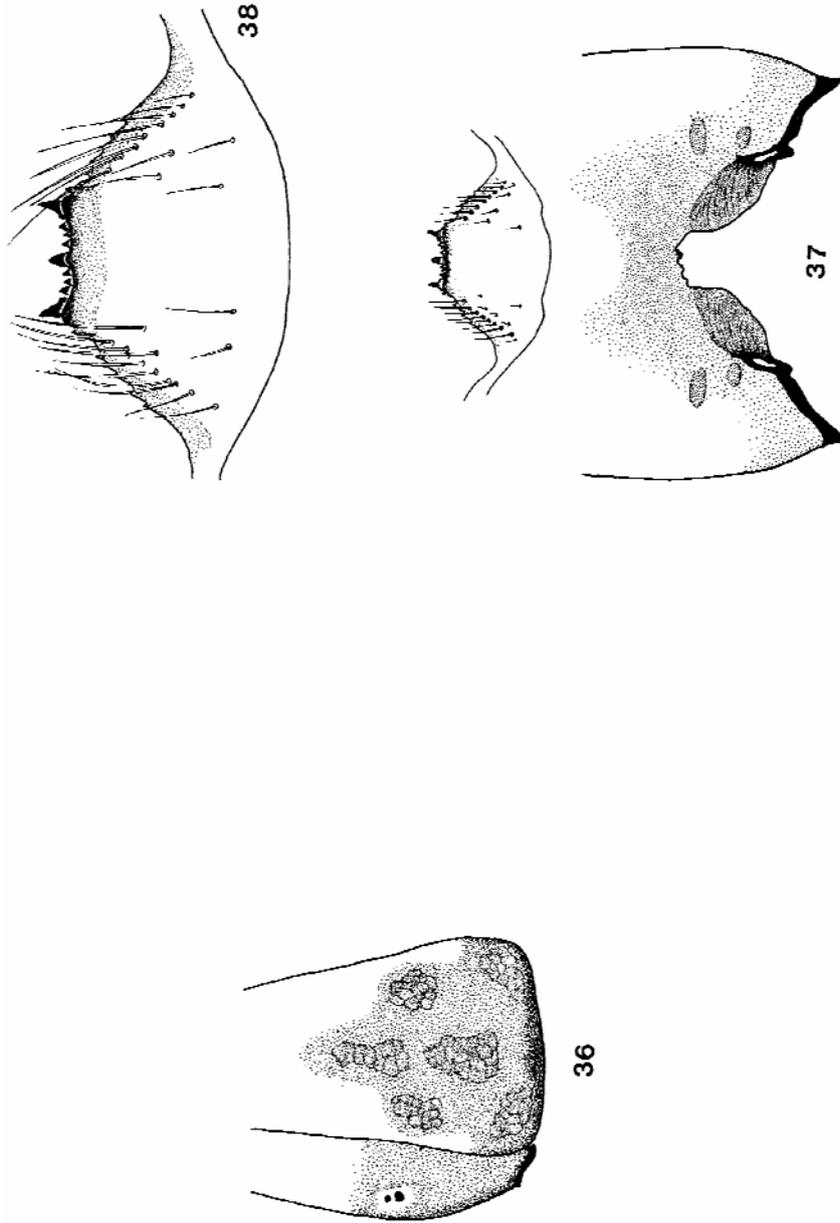


Planche 11. Figs 36 à 38 : structures larvaires de *S. (N.) borbonense* n. sp. 36 : capsule céphalique (vue dorsale).  
37 : capsule céphalique (vue ventrale). 38 : hypostome.

Plate 11. Figs 36 to 38: larval structures of *S. (N.) borbonense* n. sp. 36: head capsule, dorsal view.  
37: head capsule, ventral view. 38: hypostomium.

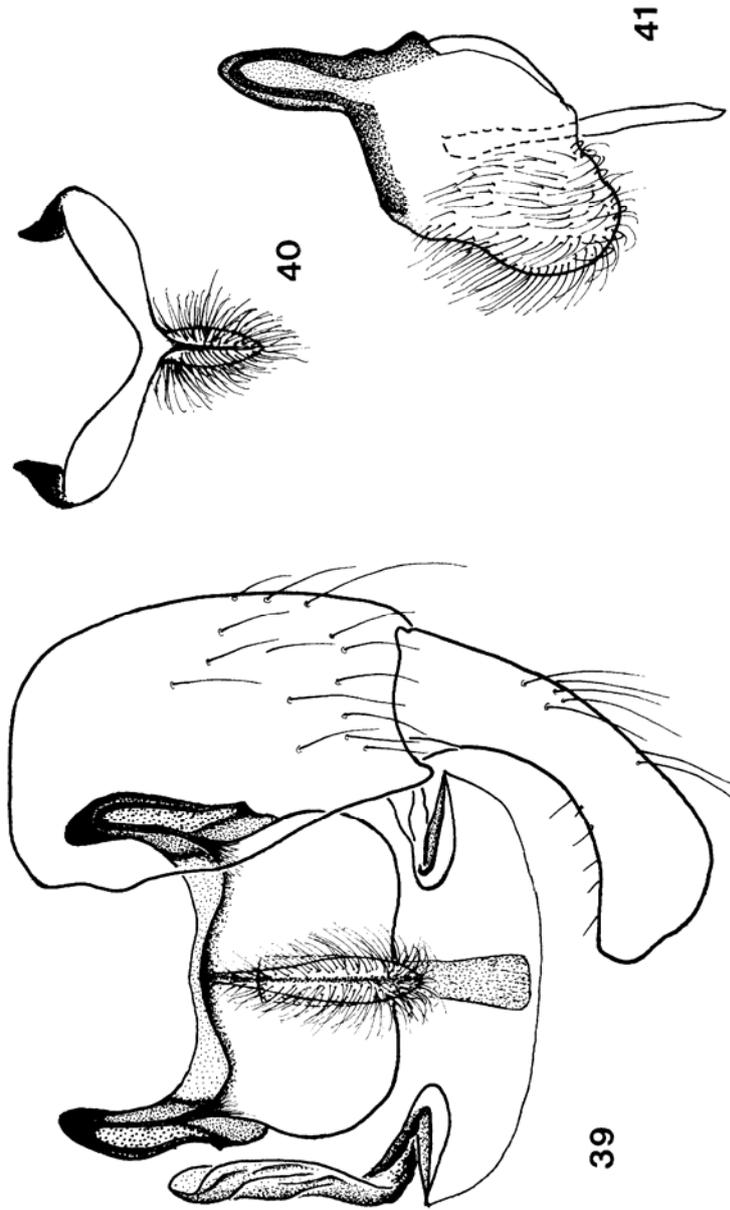
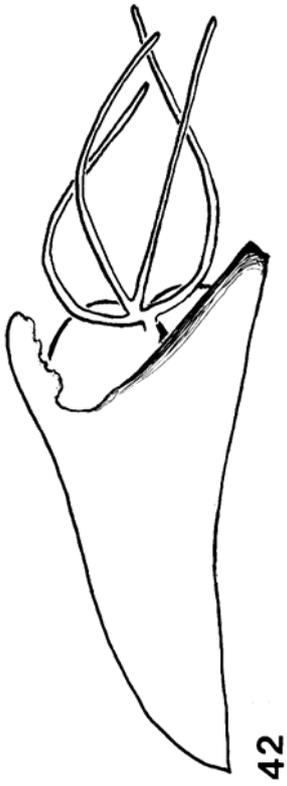
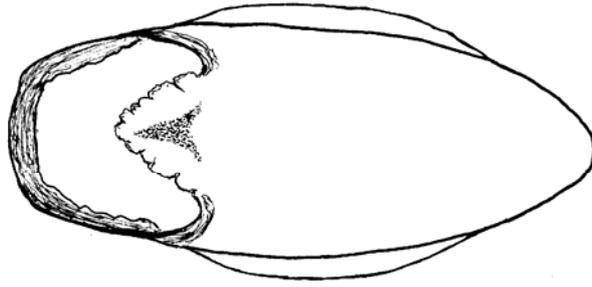


Planche 12. Figs 39 à 41 : structures adultes de *S. (N.) indoceanicum* n. sp. 39 : genitalia mâles, vue ventrale.  
40 : plaque ventrale (vue antérieure). 41 : plaque ventrale (profil).

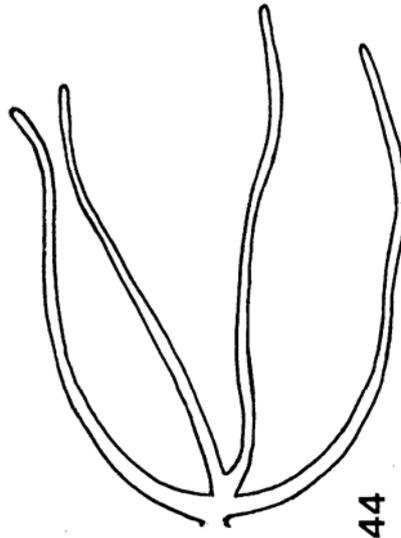
Plate 12. Figs 39 to 41: adult structures of *S. (N.) indoceanicum* n. sp. 39: male terminalia, ventral view.  
40: ventral plate, tilted so that the apex is upwards. 41: ventral plate, lateral view.



42



43



44

Planche 13. Figs 42 à 44 : structures nymphales de *S. (N.) indoceanicum* n. sp. 42 : nymphe (profil).  
43 : nymphe, cocon (vue dorsale). 44 : filaments respiratoires (côté droit, vus par l'extérieur).

Plate 13. Figs 42 to 44: pupal structures of *S. (N.) indoceanicum* n. sp. 42: pupa and cocoon, lateral view.  
43: cocoon, dorsal view. 44: right respiratory organ, outside aspect.

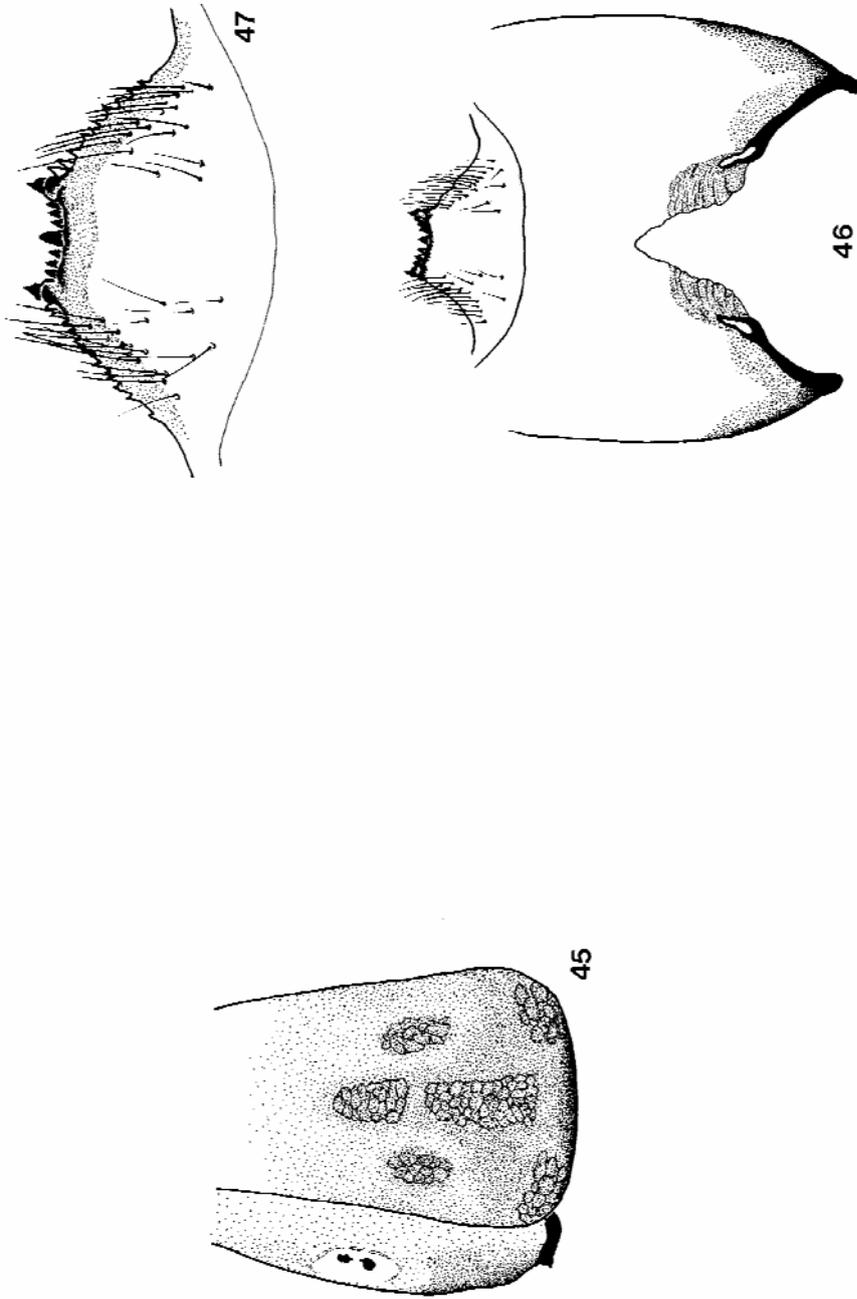


Planche 14. Figs 45 à 47 : structures larvaires de *S. (N.) indoceanicum* n. sp. 45 : capsule céphalique (vue dorsale).  
46 : capsule céphalique (vue ventrale), 47 : hypostome.

Plate 14. Figs 45 to 47: larval structures of *S. (N.) indoceanicum* n. sp. 45: head capsule, dorsal view.  
46: head capsule, ventral view. 47: hypostomium.

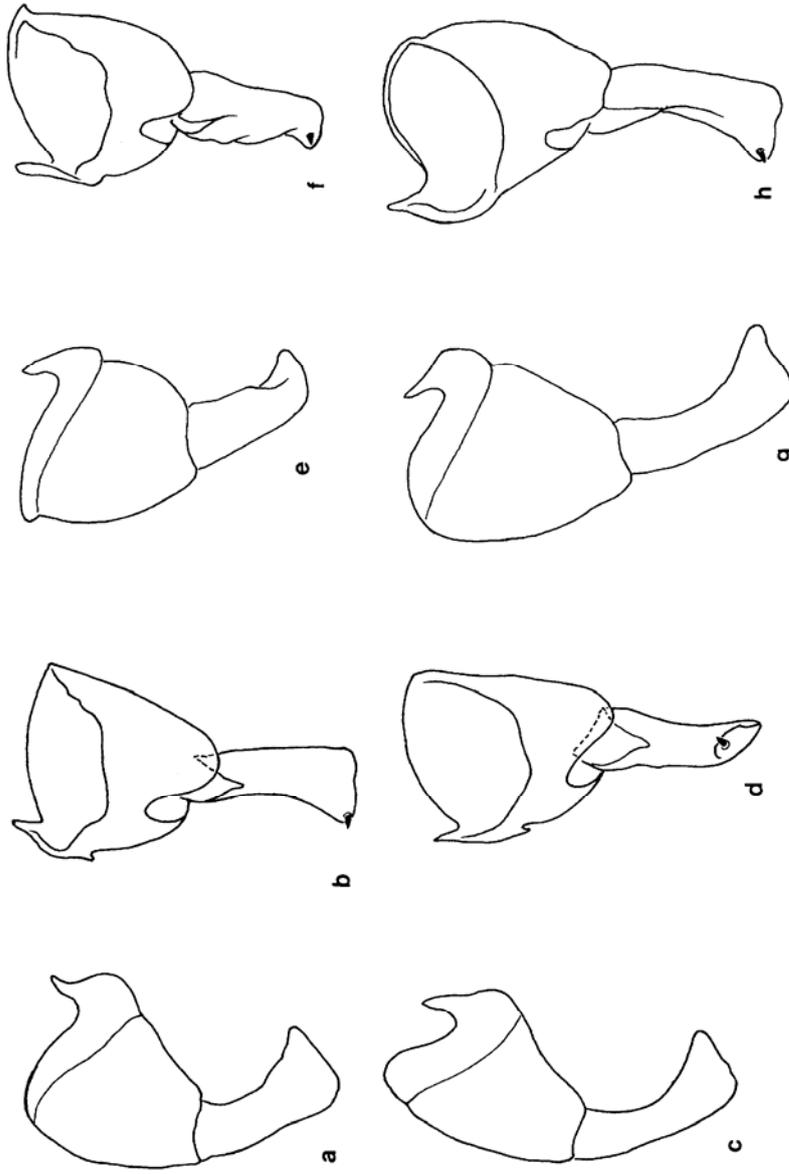


Planche 15. Genitalia mâles, gonopodes (a, c, e, g : vues ventrales ; b, d, f, h : vues dorsales). a, b : *S. ruficorne*.  
c, d : *S. borbonense*. e, f : *S. triplex*. g, h : *S. indoceanicum*.

Plate 15. Male genitalia, gonopods: (a, c, e, g: ventral view; b, d, f, h: dorsal view). a, b: *S. ruficorne*. c,  
d: *S. borbonense*. e, f: *S. triplex*. g, h: *S. indoceanicum*.

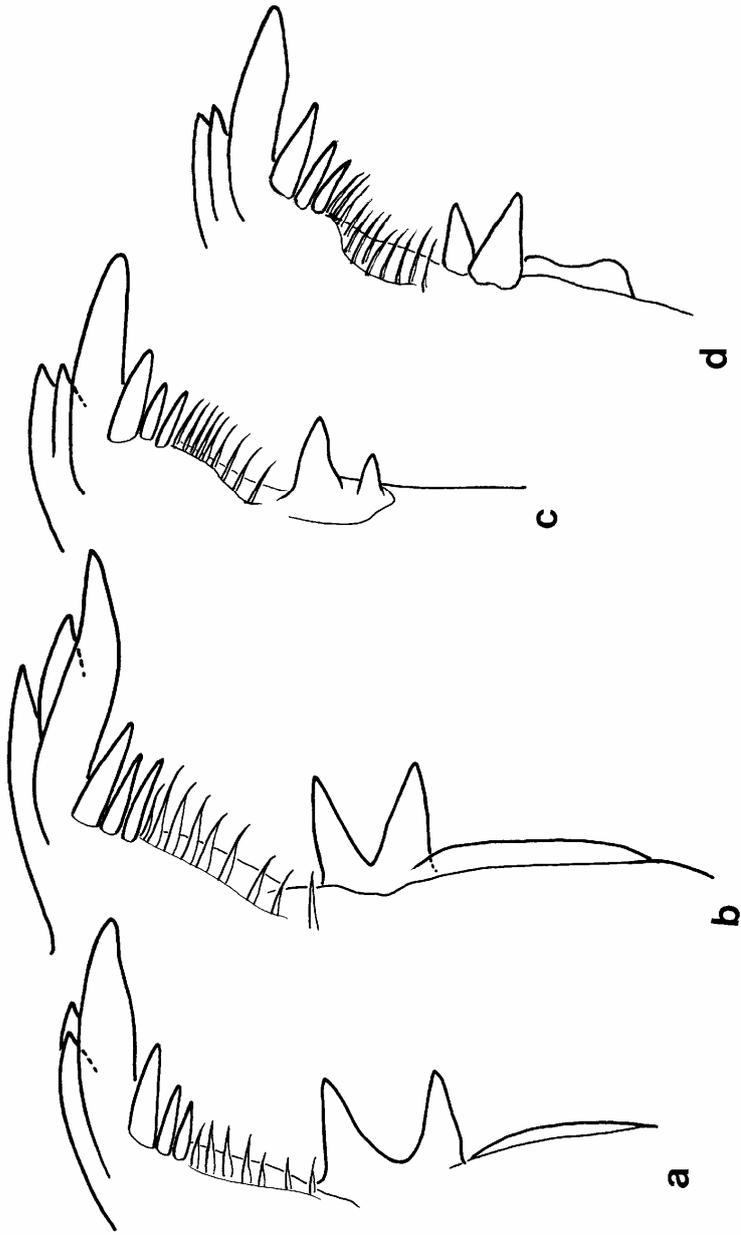


Planche 16. Bord interne de la mandibule des larves. a : *S. ruficornis*. b : *S. borbonense*. c : *S. triplex*.  
d : *S. indoceanicum*.

Plate 16. Tip of last instar larval mandible. a: *S. ruficornis*. b: *S. borbonense*. c: *S. triplex*.  
d: *S. indoceanicum*.

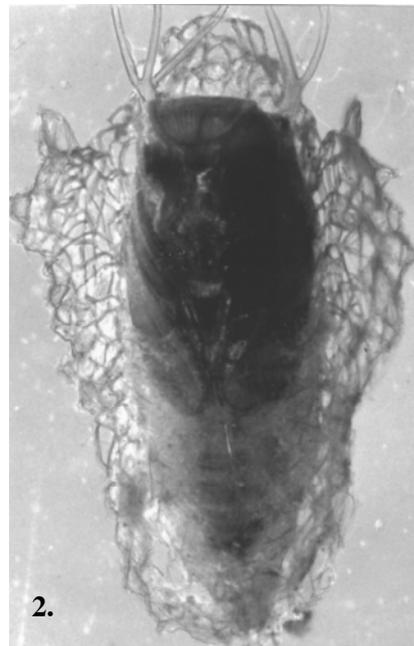
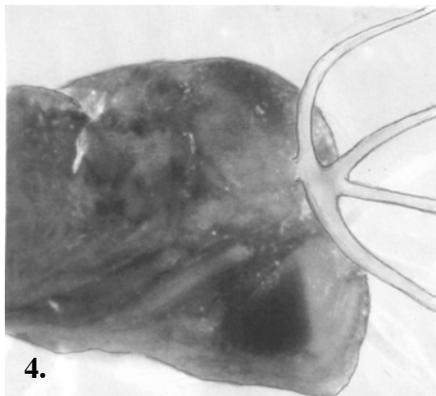
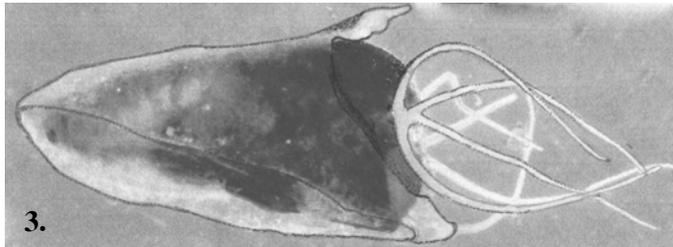
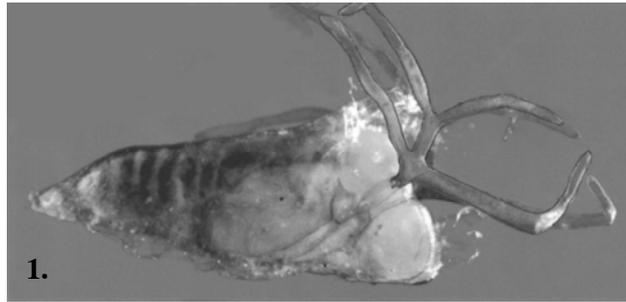


Planche photos. 1 : nymphe de *S. ruficorne* (profil droit). 2 : nymphe de *S. triplex* (vue ventrale). 3 : nymphe de *S. indoceanicum* (profil droit). 4 : nymphe de *S. indoceanicum* (filaments branchiaux, profil droit).

Photo plate. 1: pupa of *S. ruficorne* (on right side). 2: pupa of *S. triplex* (ventral view). 3: pupa of *S. indoceanicum* (on right side). 4: pupa of *S. indoceanicum* (respiratory organ on right side).