

UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO

FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT BIOLOGIE ANIMALE

SYSTÉMATIQUE ET BIOGÉOGRAPHIE DES
HYDROPSYCHIDAE MALGACHES, SOUS-
FAMILLE DES MACRONEMATINAE
(TRICHOPTERES).

MÉMOIRE DE DIPLOME D'ÉTUDES APPROFONDIES
DE SCIENCES BIOLOGIQUES APPLIQUÉES

OPTION "ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT"

Présenté par

Zoé Patricia ANDRIAMBELO

1998



Fonds Documentaire ORSTOM

Cote : A*13528 Ex:1

UNIVERSITÉ D'ANTANANARIVO
FACULTÉ DES SCIENCES

CENTRE NATIONAL DE RECHERCHE SUR L'ENVIRONNEMENT
(CNRE)

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE
DÉVELOPPEMENT EN COOPERATION
(ORSTOM)

SYSTÉMATIQUE ET BIOGÉOGRAPHIE DES
HYDROPSYCHIDAE SOUS-FAMILLE DES
MACRONEMATINAE (TRICHOPTÈRES)
MALGACHES.

MÉMOIRE
DE DIPLOME D'ÉTUDES APPROFONDIES
DE SCIENCES BIOLOGIQUES APPLIQUÉES

OPTION : ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Soutenu le 16 février 1998 devant la commission d'examen

Président : **Pr Sylvère RAKOTOFIRINGA**

Rapporteur : **Dr Jean-Marc ELOUARD**

Examineurs : **Pr Aimé RAKOTONDRAINY**
Pr Olga RAMILJAONA

Présenté par :
Zoé Patricia ANDRIAMBELO

A mes parents

A mes frères et soeurs

A ma nièce

A mes amis

***qui m'ont encouragé et m'ont soutenu tout au long de
mes études.***

REMERCIEMENTS

Qu'il me soit permis de remercier ici tous ceux qui de loin ou de près, de part leur collaboration, ont rendu possible la réalisation de ce travail.

- Je tiens à exprimer mes vifs remerciements et mes profonds respects à Monsieur Sylvère RAKOTOFIRINGA Professeur titulaire à la faculté des sciences de l'Université d'Antananarivo, qui malgré ses nombreuses occupations, a accepté de présider le Jury. C'est un grand honneur qu'il me fait.

- Je tiens à formuler mes remerciements aux membres de la commission de lecture pour l'autorisation finale de la soutenance de ce mémoire.

- Je tiens à adresser mes sincères remerciements à Monsieur Aimé RAKOTONDRAINNY Professeur titulaire à la faculté des sciences de l'Université d'Antananarivo pour le grand honneur qu'il me fait par sa présence de ce Jury.

- Je tiens également à exprimer ma reconnaissance à Madame Olga RAMILJAONA Professeur à la faculté des sciences de l'Université d'Antananarivo, pour l'honneur qu'elle me fait par sa présence de ce Jury.

- Je tiens à adresser mes vifs remerciements Monsieur Daniel RAKOTONDRAVONY, Chef du Département de Biologie Animale et membre de la commission de lecture, qui malgré ses nombreuses occupations, a pris le temps de me corriger et a autorisé la soutenance de ce travail.

- Au Département de Biologie Animale, la Faculté des Sciences et l'Université d'Antananarivo pour les enseignements de base qu'ils nous ont prodigués et les charges administratives qu'ils ont assumé.

- Je tiens à exprimer ma gratitude à l'ORSTOM qui m'a alloué une allocation d'étude me permettant d'accomplir ce travail.

- Je tiens également à exprimer ma gratitude au CNRE (Centre National de Recherche sur l'Environnement) et à l'ORSTOM pour m'avoir accepté en stage au sein de leur Laboratoire commun.

- Je tiens à adresser au Ministère de la Recherche Scientifique mes sincères remerciements, pour les permissions d'accès à toutes les aires protégées durant nos études sur terrain.

- Je tiens à remercier Madame Le Professeur Lala RAKOTOVAO qui pendant la période où elle dirigeait le CNRE, m'a permis de réaliser ce travail au sein de son organisme.

- Je tiens également à remercier Madame Directeur du CNRE, Madame Ramisandrazana RAKOTOARISEHENO qui a permis la continuation et l'aboutissement de ce DEA au sein du CNRE.

- Je tiens à exprimer mes respects et ma gratitude à Messieurs Pierre CHAPERON et François RIVIERE, Représentants de l'ORSTOM, qui ont permis cette collaboration entre l'ORSTOM, le CNRE et l'Université d'Antananarivo.

- Je tiens à adresser ma gratitude et ma reconnaissance au Docteur Jean-Marc ELOUARD co-Directeur du Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Aquatiques et leur Environnement, pour l'accueil et l'aide dont il m'a fait bénéficier; ses conseils m'ont été précieux.

- Je tiens à exprimer ici mes sincères remerciements à Monsieur François-Marie GIBON Chargé de recherche à l'ORSTOM, spécialiste des Trichoptères; pour l'encadrement qu'il a assuré, la formation dont il m'a fait bénéficier et les connaissances qu'il m'a transmises.

- Je tiens également à exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur Olivier HERTU, qui grâce aux Logiciel NOE et cartoNOE qu'il a conçu, m'a permis de saisir et gérer les données et enfin réaliser les cartes de distribution des espèces.

- Je suis très reconnaissante de l'accueil chaleureux, de l'aide, ainsi que l'amitié que mes collaborateurs Théogène PILAKA, Désiré RANDRIAMASIMANANA, Nanoanirina RABERIAKA, Landi ANDRIAMANANTENA, Reyna RABIAZA, Bakoly RABIBIZAKA, Alida RAJESTON, Léocadie JEAN-BAPTISTE, Oliarinony RANALISON, Hery RANARIJAONA, Louise RAHARIMALALA, Oeliarivelo ANDRIANIFAHANANA ainsi que le personnel du centre ORSTOM m'ont témoigné.

Résumé

Les Trichoptères, à Madagascar, constituent une partie importante de la faune aquatique lotique. Parmi eux, la famille des Hydropsychidae est l'une des plus importante et comprend de nombreuses espèces; la sous-famille des Macronematinae contient la majeure partie des espèces d'Hydropsychidae.

La systématique de ce groupe est fort mal connue. Si les espèces ont déjà été décrites dans le passé, elles le sont fort mal. De plus, de nombreuses espèces restaient à découvrir et ont été récoltées par le Laboratoire de Recherche sur les Systèmes Aquatiques et leur Environnement dans le cadre du programme "biodiversité et biotypologie des eaux continentales malgaches".

Le présent travail s'attache à décrire certaines espèces des genres *Aethaloptera*, *Amphipsyche*, *Polymorphanisus*, *Leptonema*, du point imaginal et des genres *Amphipsyche*, *Leptonema* et *Macrostemum* du point de vue larvaire. Toutes les espèces récoltées, identifiées et décrites au LRSAE ne sont pas présentées dans ce présent travail. Nous avons principalement présenté les *Leptonema* afin de montrer les caractères permettant de distinguer les espèces de ce genre.

Afin de montrer la disparité des distributions de la faune des Macronematinae entre les versants oriental et occidental de l'île, nous présentons la distribution d'un grand nombre d'espèces de cette sous-famille, y compris celles qui n'ont pas été présentées dans nos études de systématique, tels les *Macrostemum*. Cette approche biogéographique permet également d'appréhender la grande disparité des distributions des différentes espèces : certaines montrent une large distribution géographique tandis que d'autres présentent une micro-endémicité élevée.

Mots-clés

Trichoptères, Hydropsychidae, Macronematinae, systématique, biogéographie, écologie, morphologie, morphométrie, espèces nouvelles.

SOMMAIRE

I. PROBLÉMATIQUE	1
II. MATÉRIELS ET MÉTHODES	4
II.1. Terrain	4
II.1.1. Matériels et méthodes de capture	4
II.1.1.1. Matériels	4
II.1.1.2. Méthodes de récoltes	4
II.1.2. Mesure des paramètres	5
II.1.3. Stations échantillonnées	6
II.2. Laboratoire	6
II.2.1. Matériels d'observation et de montage	6
II.2.2. Tris et conservation	6
II.2.3. Préparation et étude des spécimens	8
II.3. Gestion des données	9
II.3.1. Le logiciel NOE	9
II.3.1.1. Module de systématique et de dessins	9
II.3.1.2. Module bibliographique	10
II.3.1.3. Module environnemental et écologique	10
II.3.1.4. Modules des paramètres	11
II.3.2. Le logiciel CartoNOE	11
II.4. Caractères principaux étudiés	11
II.4.1. Chez les Trichoptères	11
II.4.2. Les Hydropsychidae Curtis 1835	13
II.4.3. Classification	14
II.4.4. Comparaison des deux sous-familles	15
II.4.5. Caractères de la sous-famille des Macronematinae	15
III. RICHESSE DES MACRONEMATINAE	19

III.1. Comparaison entre la richesse des Macronematinae africains et malgaches	19
III.2. Situation de l'étude dans cette foulitude d'espèces	20
III.2.1. Choix des genres	20
III.2.2. Choix des espèces	22
III.2.3. Espèces étudiées	23
IV. DESCRIPTIONS	25
IV.1. Genre Aethaloptera Brauer 1875	25
IV.2. Genre Polymorphanus Walker 1852	25
IV.3. Genre Amphipsyche McLachlan 1872	27
IV.3.1. Adultes	27
IV.3.2. Larves	29
IV.4. Genre Leptonema Guérin-Meneville 1843	31
IV.4.1. Adultes	31
IV.4.2. Larves	47
IV.5. Genre Macrostemum Kolenati 1859	54
IV.5.1. Adultes	54
IV.5.2. Larves	55
IV.6. Conclusion sur l'étude systématique	60
V. ÉTUDE ÉCOLOGIQUE ET BIOGÉOGRAPHIQUE	62
V.1. Rappels des caractéristiques de l'île	62
V.1.1. Situation géographique de l'île	62
V.1.2. Climat et couverture végétale	62
V.1.3. Hydrologie	63
V.2. Problématique	64
V.3. Distribution	65
V.4. Relation entre les distributions et les facteurs du milieu	74
VI. CONCLUSIONS	78
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	81

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Ailes antérieure et postérieure
Figure.2 : Palpes maxillaires
Figure.3 : *Aethaloptera* sp.A
Figure.4 : *Amphipsyche senegalensis* adulte
Figure.5 : *Amphipsyche senegalensis* larve
Figure.6 : *Leptonema affine*
Figure.7 : *Leptonema displicens*
Figure.8 : *Leptonema milae*
Figure.9 : *Leptonema conicum*
Figure.10 : *Leptonema* sp. H n. sp.
Figure.11 : *Leptonema* sp. D n. sp.
Figure.12 : *Leptonema* sp; E n. sp.
Figure.13 : *Leptonema sylveri* n. sp.
Figure.14 : *Leptonema zahradniki*
Figure.15 : *Leptonema* sp. LI larve
Figure.16 : *Leptonema* sp. LII larve
Figure.17 : *Leptonema* sp. LIII larve
Figure.18 : *Leptonema* sp. LIV larve
Figure.19 : *Macrostemum* sp. LI larve
Figure.20 : *Macrostemum* sp. LII larve
Figure.21 : *Macrostemum* sp. LIII larve
Figure.22 : Distribution d'*Amphipsyche senegalensis* en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.23 : Distribution des *Leptonema* de l'Est en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.24 : Distribution des *Leptonema* de l'Ouest en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.25 : Distribution de *L. conicum* en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.26 : Distribution de *L. affine* et *L. displicens* en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.27 : Distribution de *L. milae*, *L. zahradniki* et *Leptonema* sp. H en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.28 : Distribution de *M. adpictum* de l'Est en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.29 : Distribution de *M. adpictum* de l'Ouest en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.30 : Distribution de *M. scriptum* de l'Est en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.31 : Distribution de *M. Scriptum* de l'Ouest en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.32 : Distribution de *Macrostemum* sp. C en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.33 : Distribution de *Macrostemum* sp. D en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.34 : Distribution de *Macrostemum* sp. E en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source
Figure.35 : Distribution de *Macrostemum* rares en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source

LISTE DES CARTES

- Carte.1 : Stations échantillonnées
Carte.2 : Distribution d'*Aethaloptera* sp. A
Carte.3 : Distribution d'*Amphipsyche senegalensis*
Carte.4 : Distribution de *Polymorphanisus guttatus*
Carte.5 : Distribution de *L. affine*
Carte.6 : Distribution de *L. madagascariense*, *L. nupharum*
Carte.7 : Distribution de *L. conicum*, *L. milae*, *L. zahradniki*
Carte.8 : Distribution de *L. displicens*
Carte.9 : Distribution de *Leptonema* sp. H et *Leptonema* sp. E
Carte.10 : Distribution de *Leptonema* sp. D et *L. sylveri*
Carte.11 : Distribution de *M. adpictum*
Carte.12 : Distribution de *M. placidum*, *Macrostemum* sp. L, *Macrostemum* sp. P
Carte.13 : Distribution de *Macrostemum scriptum*
Carte.14 : Distribution de *Macrostemum* sp. C, *Macrostemum* sp. D, *Macrostemum* sp. I, *Macrostemum* sp. T
Carte.15 : Distribution de *Macrostemum* sp. E, *Macrostemum* sp. G, *Macrostemum* sp. J, *Macrostemum* sp. K
Carte.16 : Distribution de *Macrostemum* sp. V, *Macrostemum* sp. X, *Macrostemum* sp. U
Carte.17 : Distribution de *Macrostemum* sp. M, *Macrostemum* sp. Q
Carte.18 : Distribution de *Macrostemum* sp. N, *Macrostemum* sp. R
Carte.19 : Distribution de *Macrostemum* sp. O, *Macrostemum* sp. S

I. PROBLEMATIQUE

Cette étude est incluse dans le programme PEC7 "biodiversité et biotypologie des eaux continentales malgaches" que l'ORSTOM, le CNRE, et l'Université d'Antananarivo ont entrepris ensemble au LRSAE¹ avec le soutien financier du Fonds d'Aide et de Coopération.

La grande variété d'habitats de l'île est due à son relief, à ses régimes pluviométriques et à la diversité des situations altitudinales et climatiques, géomorphologiques et édaphiques. Cette variété est concentrée sur une surface restreinte, elle permet le développement d'une grande richesse spécifique endémique de faune et de flore. Le nombre d'espèces animales et végétales peuplant la grande île est estimé à 200 000 avec un taux d'endémicité élevé, jusqu'à 100% pour certains groupes. De ce fait la faune malgache constitue un patrimoine unique au monde. Du fait de cette richesse exceptionnelle, Madagascar fait partie des zones de mégadiversité biologique de la planète.

Cette biodiversité s'érode rapidement, due à l'usage des feux de brousses et à une déforestation rapide (> à 200 000 ha/an). Le milieu aquatique subit des perturbations directes (aménagement, pollutions) ou indirectes survenant sur les bassins versants (déforestation, érosion) qui se traduisent par des modifications de la qualité des eaux, des régimes hydrologiques, un charriage et une sédimentation accrus.

Pour atteindre le premier objectif du programme qu'est la biotypologie des cours d'eau (classement des segments de cours d'eau en unités caractérisées par une même biocénose), il est nécessaire de déterminer leur structure cénotique et la distribution des taxons. Il faut également déterminer les zones biogéographiques, la qualité des eaux et les principaux paramètres régissant les cours d'eau. Les résultats obtenus vont constituer une base de données de référence utilisable dans les études d'impact des modifications et de perturbations anthropiques ou naturelles. La comparaison des données fournira la mesure de la perturbation par la comparaison de l'évolution de la structure des peuplements et de la distribution des taxons.

La qualité biologique des eaux continentales sera établie sur des espèces indicatrices et des peuplements caractéristiques de faune et flore aquatiques.

L'établissement des structures cénotiques se fait après avoir réalisé l'étape fondamentale qu'est l'identification des taxons au niveau spécifique. Celle-ci peut être rapide si les taxons sont déjà connus et décrits, beaucoup plus longue s'ils sont nouveaux pour la science.

L'ordre des Trichoptères est l'un des plus importants groupes d'Insectes aquatiques. Parmi eux, la famille des Hydropsychidae est la mieux représentée à Madagascar. Elle a fait l'objet de nombreux travaux dans des pays d'Europe ou d'Amérique du Nord, ce qui n'est pas toujours le cas dans les zones intertropicales.

¹ Laboratoire de Recherches sur les Systèmes Aquatiques et leurs Environnements

Madagascar, comme l'Afrique, n'a été que peu exploré du point de vue des Insectes aquatiques et la majorité des travaux effectués ne sont pas encore publiés. D'après les quelques publications disponibles la faune trichoptérienne malgache semble très pauvre et peu diversifiée (Banarescu 1991). La plupart de ces conclusions sont erronées car nous verrons qu'une grande richesse spécifique et une forte endémicité ont été mises en évidence au LRSAE par le Programme «biotypologie et biodiversité des eaux continentales malgaches ». La pauvreté des milieux aquatiques malgaches est donc due à un manque de connaissance.

Cependant, parmi les Hydropsychidae, la sous-famille des Macronematinae occupe une place respectable en Afrique et à Madagascar.

Actuellement on ne peut pas encore chiffrer exactement le nombre d'espèces de Macronematinae malgaches car de nombreuses zones n'ont pas encore été échantillonnées et particulièrement des zones d'endémismes telles le Tsaratanana, le Sambirano, la presqu'île de Masoala.

Les larves des Trichoptères sont pratiquement inconnues et lorsqu'elles le sont, ne sont pas "associées" aux adultes. En Afrique, seulement 15 % peuvent être identifiées au niveau spécifique (Scott 1975). La connaissance des stades aquatiques des Hydropsychidae et des Macronematinae serait utile. Les larves de Macronematinae jouent un rôle important dans le réseau trophique aquatique. D'une part ce sont des filtreurs intervenant dans les processus d'auto-épuration des rivières et d'autre part, ils constituent de part leur abondance, une ressource alimentaire importante pour les poissons.

La déforestation en engendrant une diminution de l'apport organique dans les rivières, une augmentation de la température de l'eau et une érosion intense des bassins versants, menace la disparition de la plupart de ces espèces.

La disparition de la forêt se traduit par la réduction de l'habitat et par la même occasion la disparition des espèces qui y sont inféodées. Ainsi, si la forêt disparaissait, il se pourrait qu'un remplacement général des faunes forestières s'opère. Dans ce cas les formes de savane pourraient coloniser les milieux forestiers dégradés.

L'objectif de cette étude sur les Macronematinae est triple :

- il s'agit d'abord de réaliser l'inventaire de la famille des Hydropsychidae ainsi que la description et l'iconographie les plus complètes que possible des stades larvaires et imaginaux;
- puis de déterminer la distribution géographique des espèces, l'importance des zones colonisées (ubiquité, microendémisme) et ce, en fonction des macroparamètres du milieu;
- enfin, on essaiera de mettre en évidence des marqueurs potentiels de certains paramètres du milieu, d'espèces indicatrices voire de peuplements caractéristiques ou indicateurs, dans le but de suivre des éventuelles modifications ou perturbations des hydrosystèmes.

Toutefois, le présent travail ne réalise qu'une partie de ces objectifs en se limitant à la systématique et à la biogéographie d'une partie des Macronematinae malgaches.

II - MATÉRIELS ET MÉTHODES

II.1. Terrain

II.1.1. Matériels et méthodes de capture

II.1.1.1. Matériels

Le matériel de capture et de mesure des paramètres utilisés pour l'échantillonnage sur le terrain est constitué d'un grand bac, d'une petite lampe à U.V, d'une lampe à gaz, d'un support de lampe, d'un filtre, de liquide tensioactif, de pinces, de piluliers en plastique remplis d'alcool, d'un troubleau, d'un filet, d'un thermomètre, d'un pH-mètre.

II.1.1.2. Méthodes de récolte des échantillons

Les méthodes de capture des larves et adultes d'Hydropsychidae sont différentes du fait que les adultes sont aériens, tandis que les larves et nymphes sont aquatiques.

De ce fait :

- la récolte des adultes se fait au piège lumineux;
- la récolte des larves se fait par prospection du fond de la rivière et des principaux substrats.

a. Période de récolte et choix du lieu de piégeage

La période de récolte est limitée aux mois qui précèdent et qui suivent la saison de pluie car :

- seules les larves de jeunes stades vivent durant la saison des pluies
- au moment de forte pluie, il est impossible de circuler en dehors du réseau routier principal du fait du mauvais état des routes. Les récoltes se font donc de mars à juin et de septembre à novembre car durant l'hiver très peu d'adultes émergent.

Il faut tout d'abord choisir le lieu où le piège sera disposé. Le premier critère de choix est la possibilité d'accès pour celui qui va effectuer le piégeage. Ce point est important pour avoir une bonne récolte. Il affecte la probabilité de capture de l'espèce.

b. Piège lumineux

La capture des insectes crépusculaires ou nocturnes fut réalisée le soir en utilisant un piège lumineux car cette méthode est beaucoup plus rapide et surtout beaucoup plus efficace.

Le dispositif est constitué d'un grand plateau contenant de l'eau additionnée d'un tensioactif pour empêcher les insectes de s'envoler une fois qu'ils sont tombés dans l'eau car leurs ailes sont hydrophobes.

La source lumineuse utilisée est double, d'une part une petite lampe à gaz générant une lumière blanche et d'autre part une petite lampe électrique à tube générant une lumière ultraviolette. Ces deux lampes sont disposées dans le bac; le tout est placé au bord du cours d'eau.

Le piège est allumé quelques minutes avant le coucher du soleil et éteint une heure après quand les insectes ne viennent plus. L'heure de l'installation du piège dépend de la saison, de la région et des formations végétales environnantes. En hiver, le jour décline très tôt, le piège est posé un peu plus tôt qu'en été. Il en est de même quand on est à l'Est par rapport à l'Ouest. Dans une forêt où la lumière est cachée par la canopée, le piège est également installé plus tôt.

La durée du piégeage est d'une heure à une heure quinze. Elle peut varier suivant la venue des insectes. On a mesuré, (Gibon comm. pers.) que sur une nuit entière de capture, 90% ont lieu pendant 2 heures qui suit le coucher du soleil.

Les insectes fragiles sont récoltés au fur et à mesure de leurs arrivées, le reste est filtré à la fin du piégeage sur un filtre de 250 μ de vide de maille puis fixés à l'éthanol pur dans des piluliers en plastique avec des étiquettes indiquant la localité, le nom de la rivière, le numéro et la date du prélèvement.

c. Prospection

Les stades aquatiques d'Hydropsychidae et de beaucoup d'autres Trichoptères s'installent principalement dans la partie abritée du courant, sous des pierres que la rivière ne peut déplacer.

La récolte se fait à vue. Les larves sont saisies à l'aide d'une pince sur les pierres ou sur les feuilles mortes. Tous les types de substrats sont prélevés et examinés. Les sédiments, les détritiques et les débris de plantes qui se trouvent sous les substrats sont ratissés et recueillis avec un troubleau, disposés ensuite dans un plateau contenant de l'eau claire. Tous les débris sont examinés un à un. Cette récolte se fait pendant le jour.

Comme les larves, la récolte des nymphes se fait à vue, il est nécessaire de faire attention quand on enlève le cocon ou logette nymphale car il peut contenir l'exuvie de la dernière mue larvaire. L'examen de cette dernière exuvie en relation avec la nymphe permet de faire le lien entre la larve et l'adulte. Ces cocons sont fixés sur les pierres, il est plus facile de les saisir à la main.

II.1.2. Mesure des paramètres

Les paramètres suivants sont mesurés et notés dans le fiche terrain (cf. Annexe 1) pour analyser leur influence sur la composition des captures, la distribution ou l'abondance des espèces. Ils sont de deux types :

- Les paramètres qui sont liés à la station de capture tels :
- la latitude et la longitude qui sont déterminées sur les cartes;
 - l'altitude mesurée avec un altimètre;

- le biome ou les formations végétales environnantes ainsi que la présence de galerie forestière;
- la fréquentation humaine.
- les principaux biotopes du milieu, la présence des différents types de substrat (rochers, graviers, galets, sable, bois morts...);

Les paramètres qui sont liés au jour de prélèvement et qui peuvent changer selon la date de visite :

- la température de l'air et de l'eau mesurée avec un thermomètre au moment de l'installation du piège lumineux au coucher du soleil;
- la vitesse, la largeur, la profondeur de la rivière; les trois valeurs obtenues permettent d'estimer le débit;
- le pH mesuré avec un pH-mètre;
- la conductivité est obtenue en utilisant un conductivimètre
- la présence de plantes aquatiques immergées ou émergées;
- la couleur et la transparence de l'eau
- la présence ou l'absence de la lune, ses quartiers. Le ciel est aussi observé (couvert, intermédiaire ou étoilé), la force du vent;
- l'intensité d'une pluie éventuelle pendant le temps de piégeage (pluie fine, moyenne ou orage).

II.1.3. Stations échantillonnées

Depuis 1991, des récoltes de la faune des Insectes aquatique ont été effectuées par le personnels du LRSAE. Ils portent sur 595 stations réparties dans différentes localités situées essentiellement au Sud d'Antananarivo par conséquent la moitié sud de l'île montre un échantillonnage plus intense. Cependant quelques unes se trouvent au Centre et au Nord. Les prélèvements ont été faits suivant les méthodes citées auparavant soit par piégeage lumineux, soit par prospection voire les deux à la fois.

La répartition de ces points de prélèvement est illustrée par la Carte.1

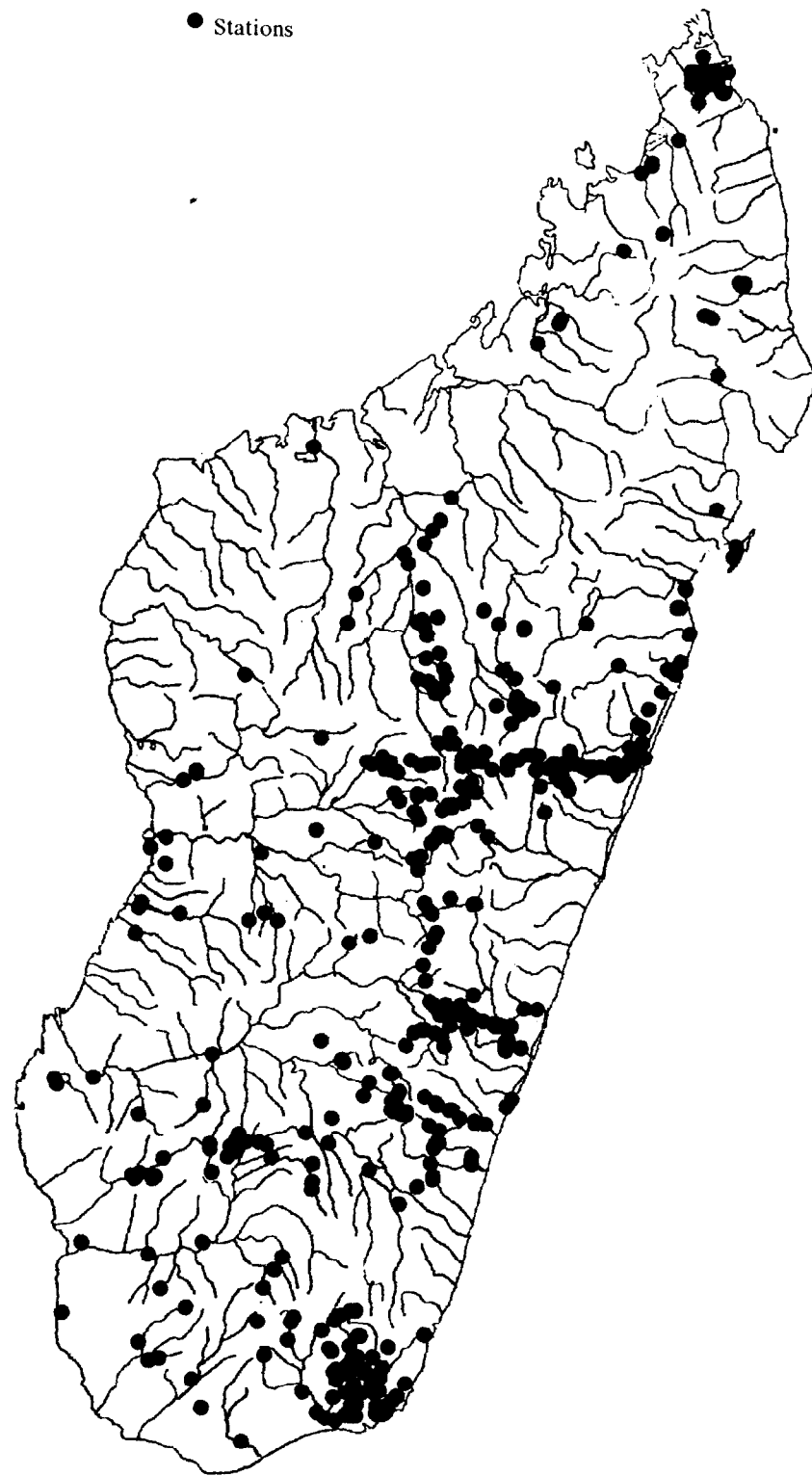
II.2. Laboratoire

II.2.1 Matériels d'observation et de montage

Le matériel utilisé pour nos études de laboratoire se compose d'un microscope avec tube à dessin, d'une binoculaire à chambre claire, de lames, de lamelles, de piluliers en verre, de l'alcool, de glycérine, de l'essence de girofle, potasse, de l'acide acétique, de l'Euparal, de pinces et d'aiguilles montées.

II.2.2. Tris et conservation

Une fois arrivées au laboratoire, les récoltes sont triées par familles ou par genres. Pour tous les stades, adultes, larves et nymphes, la conservation se fait avec de l'alcool 80 % glycérisés(2 gouttes). On les conserve dans des piluliers en verre jusqu'à l'étude morphologique en mettant des étiquettes indiquant le point de prélèvement, la date de capture, le nom de la rivière, le bassin, la localité, la latitude et la longitude. Cet étiquetage est important pour éviter des erreurs.



Carte.1 : STATIONS ECHANTILLONNÉES

II.2.3. Préparation et étude des spécimens

On peut identifier la famille et le genre sans préparation préalable sous loupe binoculaire à l'aide d'une clé de détermination (Scott 1983 & Marlier 1962).

L'étude des adultes est la seule manière d'identifier spécifiquement les Trichoptères (Gibon et al 1996). Toutefois, il est difficile de distinguer les espèces sans montage des genitalia et observation au microscope optique.

a. Adultes

Il est préférable d'étudier plusieurs spécimens pour déterminer sans erreurs une espèce. Pour les adultes, seuls les mâles sont étudiés. En effet, la systématique est, au niveau spécifique, entièrement fondée sur l'étude des genitalia mâles et les ailes.

On peut, lorsque la faune est déjà connue, corréler les caractères tels que coloration ou taille aux caractères des genitalia et ainsi associer les femelles aux mâles. Toutefois cette démarche est extrêmement longue car il existe souvent en particulier chez les femelles, un dimorphisme sexuel important. Par ailleurs, plusieurs espèces appartenant à un même genre coexistent souvent sur le même site, ce qui augmente les possibilités d'erreurs.

L'identification morphologique des femelles (et des larves) n'est donc possible qu'une fois l'inventaire des espèces, à l'aide des mâles, achevée. C'est dans le cadre de cette première phase d'inventaire que se situe le présent travail.

a-1 Etude des ailes

- l'aile antérieure est enlevée en premier, suivie de l'aile postérieure celles de droites suffisent.

- Le montage entre lame et lamelle se fait à sec. Elles sont observées et disséquées sous loupe binoculaire.

a-2 Etude des genitalia

La dissection des genitalia se fait toujours sous loupe binoculaire.

Pour observer les genitalia mâles, il faut enlever une partie de l'abdomen. Le morceau sera recueilli dans un petit pilulier en verre contenant de la potasse à 10% pour lyser les muscles internes. L'ensemble sera chauffé au bain-marie pendant quelques minutes si on est pressé ou sera laissé toute une nuit. Après ce traitement avec de la potasse, les genitalia sont déposés dans de l'eau pendant environ 30 minutes pour enlever les chairs et neutraliser la potasse. Ils sont ensuite trempés dans de l'acide acétique pendant 5 à 10 minutes pour les déshydrater.

Le morceau est mis sur une lame à concavité qui contient de l'essence de girofle. Cette lame est recouverte d'une lamelle et observée au microscope. Ceci n'est pas un montage permanent mais il permet de dessiner les vues dorsale, ventrale et latérale du même spécimen avant de disséquer complètement les genitalia. Les

montages définitifs sont faits avec de l'Euparal. L'appareil phallique et les gonopodes sont enlevés et montés séparément.

b. Larves

Avant de disséquer les larves, il est nécessaire de mesurer la longueur du corps, compter les branchies et noter leurs positions.

La tête, les pattes, les crochets anaux sont traités avec de la potasse, de l'acide acétique et de l'essence de girofle comme pour l'adulte.

Enfin les pièces buccales (mandibules, labre, labium) sont isolées de la tête et sont montées séparément dans de l'Euparal.

II.3. Gestion des données

II.3.1. Le logiciel NOE

Les hydrobiologistes de l'ORSTOM développent depuis plusieurs années, le logiciel NOE (Nomenclature Œcologique et Environnementale) conçu pour intégrer dans la même base de connaissances, les données nécessaires à un travail écologique de terrain suivi d'opérations en laboratoire. Un tel logiciel doit donc gérer avec intégrité relationnelle, des données bibliographiques, de systématiques, la muséologie, l'iconographie, la biogéographie et la distribution des taxons ainsi que tous les paramètres environnementaux mesurés lors des campagnes d'échantillonnages.

NOE est organisé en 4 ensembles ou modules qui sont :

- Le module des FICHIERS DE SYSTÉMATIQUE ET DE DESSINS
- Le module des FICHIERS BIBLIOGRAPHIQUES
- Le module des FICHIERS DE TERRAIN
- Le module des FICHIERS DES PARAMÈTRES.

II.3.1.1 Module de systématique et de dessins

Les espèces récoltées dans les différents échantillons doivent être déterminées. Ce travail nécessite de posséder un fichier systématique des espèces présentes dans la région. Ses différents fichiers gèrent l'ensemble des rubriques concernant les taxons.

Ce module est divisé en trois sous-modules :

Sous-module de Systématique

il contient 6 fichiers, il gère tous les groupes taxinomiques aussi bien animaux que végétaux;

- Fichier de Systématique : position taxinomique;
- Fichier des Synonymes : synonymies ou anciens noms;
- Fichiers des noms Vernaculaires : noms communs des taxons;
- Fichier de Bibliographie : contient toute la bibliographie relative à un taxon.
- Fichier des valeurs des paramètres ou de rubriques
- Fichier des [Paramètres associés] au fichier de Systématiques

Sous-module de Muséologie

Ce sous-module est destiné à stocker et gérer l'information muséologique concernant les spécimens en collection, leur cursus d'exposition et de prêt.

Il est composé de 3 fichiers qui sont :

- . le fichier des Spécimens
- . le fichier des Paramètres associés au spécimen
- . le fichier des Prêts-Locations : l'historique et le cursus

Sous-module de Dessins

Il contient deux fichiers :

- . le fichier Stock Dessins : contient tous les dessins, photographies et illustrations.
- . les fichiers des références aux dessins.

II.3.1.2. Module bibliographique

La constitution du fichier d'espèces s'appuie, au moins partiellement, sur des informations documentaires. Ce module comprend trois fichiers.

Le fichier des Fiches bibliographiques : références bibliographiques, champs clefs, résumé.

Le fichier des Adresses : adresses des auteurs et expéditeurs.

Le fichier des Paramètres associés : rubriques variables ajoutées au fichier bibliographique.

II.3.1.3. Module environnemental et écologique

Les écologistes ont également à gérer un fichier "terrain" composé de fiches sur lesquelles sont reportées les différentes informations, biotiques, abiotiques et environnementales, correspondant aux prélèvements. Ces données de terrain doivent intégrer l'espace et le temps ainsi que la variabilité de l'information qui en découle. Il contient sept niveaux hiérarchiques emboîtés :

Les fichiers du Niveau 1 : ce fichier correspond à une entité géographique ou aire d'étude : un bassin versant, une aire protégée ou une parcelle de forêt...

Les fichiers du Niveau 2 : ce fichier contient les informations concernant un point géographique ou une localisation (X, Y, Z : latitude, longitude, altitude). Il correspond à l'enregistrement d'une station d'échantillonnage.

Les fichiers du Niveau 3 : ce fichier stocke des informations temporelles liées à une date donnée : X, Y, Z, T (temps). Rappelons qu'une station peut avoir fait l'objet d'un ou plusieurs échantillonnage.

Les fichiers du Niveau 4 : ce fichier contient les méthodes utilisées pour échantillonner la zone. La même méthode peut être appliquée plusieurs fois au même endroit : ex : trois filets maillants de mailles de 10 mm, cinq carottes dans le substrat.

Les fichiers du Niveau 5 : ce fichier correspond aux listes des espèces ou taxons récoltés pour un replicate d'une méthode, un jour donné sur un point donné.

Les fichiers du Niveau 6 : ce fichier concerne les stades, les classes ou les phases de développement ainsi que leurs abondances.

Les fichiers du Niveau 7 : ce fichier gère les individus récoltés, un par un. Notons qu'un individu peut devenir un spécimen s'il est individualisé c'est-à-dire stocké en collection, marqué, photographié.

II.3.1.4. Module des paramètres

Il assure la gestion d'un nombre illimité de rubriques pour chaque fichier. Il comprend deux sous-modules.

Sous-module de gestion des paramètres

Le fichier des Paramètres : c'est dans ce fichier que sont définis les paramètres, leur type et leurs modalités.

Le fichier des Associations des paramètres : il contient des fiches d'association de paramètres qui servent à générer dans les différents fichiers de la base, des fiches de paramètres en paquet prédéfinis afin d'en saisir les valeurs.

Sous-module de gestion des textes

Le fichier des Textes : il contient presque tous les textes de la base afin de pouvoir annexer à n'importe quel fichier de la base une infinité de champs "texte" ou d'annexer à plusieurs fiches un même texte.

II.3.2. Le logiciel CartoNOE

Au logiciel NOE est adjoint le logiciel CartoNOE. Ce logiciel est complémentaire du logiciel NOE et intervient :

- en amont de NOE en ce qui concerne l'introduction des fonds de cartes dans NOE (géoréférencement des cartes);
- en aval dans la représentation des distributions des espèces ou des paramètres du milieu afin de composer des planches multicartes.

II.4. Caractères principaux étudiés

II.4.1. Chez les Trichoptères

a. Adultes :

Les Trichoptères adultes sont de moeurs nocturnes ou crépusculaires et sont facilement attirés par la lumière. Dans les zones froides ou en haute altitude, certaines espèces se rassemblent en essaims le soir au dessus de l'eau.

Ce groupe est souvent bon volier, vif et rapide. Il se rencontre parfois loin de l'eau mais le plus souvent sous les ponts ou dans les feuillages rivulaires.

Les Trichoptères adultes ressemblent à des petits papillons de nuit, de teinte brune, grise ou noirâtre (Marlier 1981). Le nom scientifique Trichoptères provient de "trichos" qui signifie "poil" et "pteron" qui signifie "aile" (Mc Cafferty et al. 1981).

Tête : trois ocelles peuvent exister à la face supérieure de la tête chez certaines familles primitives (Philopotamidae). Les antennes sont longues et articulées sauf chez les Hydroptilidae. En général les palpes maxillaires sont formés de cinq articles tandis que les palpes labiaux sont triarticulés.

Thorax : Le thorax est bien développé. Les pro- et mésonotum portent souvent des verrues couvertes de soies. Des éperons sont présents sur les tibias des pattes thoraciques et sont représentés en "formule calcarienne". Cette formule variable est utilisée en tant que caractère de détermination. La disposition des éperons sur le tibia de chaque patte est comme suit : deux apicaux et deux pré-apicaux. Dans le cas où il y a moins de quatre éperons, ce sont les pré-apicaux qui disparaissent en premier (Scott 1985).

Ailes : les deux paires d'ailes sont membraneuses et couvertes de soies, elles sont disposées en toit au repos. La nervation des ailes est beaucoup moins réduite que chez d'autres insectes. Elle comprend des nervures longitudinales qui lorsqu'elles se divisent à la moitié de l'aile constituent les furcas ainsi que des nervures transversales. Les nervures peuvent réunir deux rameaux d'une même nervure et formant ainsi une cellule. Un caractère principal des Trichoptères est la présence d'un point sclérotinisé, le "nygme" entre R4 et R5 ou juste en arrière de R4+5 des deux paires d'ailes à l'exception des ailes des Ecnomidae et des Hydroptilidae.

Abdomen et genitalia : les segments abdominaux sont généralement au nombre de dix. Chez les mâles les 9^{ème} et 10^{ème} font partie des genitalia, tandis que chez les femelles les segments du 8 au 10^{ème} forment une partie des genitalia.

b. Larves

Ce sont des insectes à métamorphose complète (holométaboles), présentant deux écophases. Les stades immatures sont aquatiques et donc morphologiquement très différents des adultes aériens.

Tête : elle est souvent sclérotinisée, la face supérieure est occupée par un sclérite central; le frontoclypeus triangulaire ou rectangulaire. Les "genae" portent latéralement une paire d'yeux et une paire d'antennes rudimentaires. Les pièces buccales sont composées d'un labre généralement sclérotinisé, de deux fortes mandibules, de palpes maxillaires de quatre ou cinq segments. Les palpes labiaux sont très réduits ou absents.

Thorax : il est divisé en trois segments qui peuvent être sclérifiés tous les trois ou bien ils le sont à des degrés divers mais le pronotum est toujours sclérifié. Les trois paires de pattes sont terminées par des griffes. Les pattes prothoraciques peuvent être courtes et fortes et sont utilisées dans la construction des filets et cases, les deux autres paires sont utilisées pour la locomotion. L'ornementation en soies et éperons est utilisée comme caractères taxinomiques. Les sternites thoraciques sont quelquefois pourvus de branchies.

Abdomen : il est mou et membraneux et formé de neuf segments parfois couverts de microvillosités. Il est terminé par une paire de fausses pattes anales dont le

dernier article est muni de forts crochets et des soies particulières sur l'article basal. Sur les segments abdominaux en rangées dorsales, ventrales et latérales se trouvent des branchies trachéennes filamenteuses, parfois isolées, parfois groupées en bouquets; leur disposition étant spécifique. Les branchies anales quand elles sont présentes, sont rétractiles.

Les Trichoptères passent la plus grande partie de leur vie au stade larvaire. Ils ne sortent de l'eau que pour la reproduction. Le stade imaginal est court de l'ordre de mois, il est le principal stade de dispersion des espèces et de colonisation de nouveaux habitats.

Il existe deux grandes lignées suivant les spécialisations des larves :

Les larves des Intégripalpes construisent des fourreaux mobiles à l'aide de petits cailloux ou à l'aide des morceaux de plantes, de feuilles ou des grains de sables. Ces fourreaux ont des fonctions d'abri et de protection de l'abdomen, de camouflage contre les agressions mais également ont une fonction dans l'obtention d'un courant respiratoire intense. La majorité des familles de Trichoptères sont incluses dans ce sous-ordre telles les Leptoceridae, les Petrothrincidae, les Goeridae...

Les larves des Annulipalpes dépourvues de fourreau mobile, vivent dans des retraites fixes. Elles tissent des filets ou construisent des retraites variées à base de soie et de divers éléments du milieu (cailloux, débris végétaux etc...) les Hydropsychidae en font partie avec les Philopotamidae, les Polycentropodidae, ainsi que les Psychomyiidae.

II.4.2. Les Hydropsychidae Curtis 1835

La famille des Hydropsychidae contient les plus grands Trichoptères.

a. Adultes

Tête : brun avec des verrues pâles. Les yeux sont grands, la tête ne porte pas d'ocelles, les antennes sont fines. Les palpes maxillaires sont divisés en cinq segments, le dernier segment est annelé, long et flexible.

Thorax : le pronotum est pourvu d'une paire de grandes verrues médianes et d'une paire de petites verrues latérales. Le mésoscutum est dépourvu de verrues, le mésoscutellum en possède une paire subtriangulaires. Les éperons préapicaux des tibias antérieurs sont absents.

Ailes : elles sont pâles ou jaunes avec des taches brun foncé ou grises, couvertes de soies. Elles sont souvent étroites et triangulaires, aux nervations souvent très régulières. La nervure radiale n'est pas fourchue. Sur les ailes postérieures, la nervure sous-costale et la radiale se rejoignent souvent avant la marge de l'aile, la cellule discoïdale peut être ouverte. L'aile postérieure est pourvue de nygme qui est un point chitineux à rôle sensoriel situé au-delà de l'anastomose de l'aile.

b. Larves

Les larves sont campodéiformes. Les larves d'Hydropsychidae ont des fourreaux fixes, elles construisent leurs filets sur ou sous des pierres, dans les bois pourris mais aussi parmi les feuilles. Elles ne se déplacent pas pour rechercher leur nourriture. Ce sont des pêcheurs de plancton et leurs filets sont munis d'un tamis à mailles rigides et fines. Elles sont omnivores, détritivores mais pendant une partie de leur vie peuvent se nourrir de particules végétales diverses en suspension et de petits animaux apportés par le courant.

Tête : elle est souvent arrondie ou variable couverte de soies et de spinules. Les yeux sont placés à la base de fortes mandibules. Sur la face ventrale de la tête, de part et d'autre de la ligne médiane, se voient "les aires stridulantes", étendues triangulaires ou rectangulaires. Les mandibules ont un tranchant ventral très marqué dont le bord externe est muni d'une série de soies chez certains genres. Les palpes maxillaires sont forts et quelques fois longs tandis que les palpes labiaux sont très réduits.

Thorax : les trois segments thoraciques sont sclérifiés. La face ventrale des méso- et métathorax est munie de branchies ramifiées. Les pattes antérieures sont courtes et épaisses, les articles trochanter, fémur, tibia et tarse sont souvent pourvus d'épines, d'éperons, ou de soies plumeuses.

Abdomen : souvent cylindrique et couvert de soies fines. Les crochets terminaux sont puissants, leur premier article est court et mou, le deuxième allongé et protégé par un sclérite dorso-latéral terminé par une brosse de longues soies noires, le troisième est court. Les griffes sont fortes et courbées. Les segments abdominaux I à VIII sont munis de branchies ramifiées composant au maximum deux rangées médianes, une rangée latérale et une rangée dorso-latérale parfois double. Les branchies anales se présentent en tubules au nombre de quatre ou cinq.

II.4.3. Classification

La famille des Hydropsychidae se compose de deux sous-familles, toutes deux présentes à Madagascar. Ce sont les Macronematinae Ulmer 1905 et les Hydropsychinae Ulmer 1903. Chez les adultes, les caractères distinctifs de ces sous-familles résident dans la nervation alaire et les genitalia mâles.

La classification des deux sous-familles présentes est donnée ci-après:

Règne :	ANIMAL
Phylum :	INVERTÉBRÉS
Embranchement :	ARTHROPODES
Sous-embranchement :	MANDIBULATES
Classe :	INSECTES
Sous-classe :	PTERYGOTES
Ordre :	TRICHOPTERES
Sous-ordre :	ANNULIPALPIA

Super-famille : HYDROPSYCHOIDEA
 Famille : HYDROPSYCHIDAE
 Sous-famille : MACRONEMATINAE
 HYDROPSYCHINAE
 tribu : MACRONEMATINI
 POLYMORPHANISINI

II.4.4. Comparaison des deux sous-familles

Le tableau I suivant nous montre la différence entre les deux sous-familles la majorité des caractères pris en compte sont surtout alaires (fig.1)

MACRONEMATINAE	HYDROPSYCHINAE
<u>Antenne</u> : deux fois plus longue que l'aile antérieure	<u>Antenne</u> : plus courte ou égale à l'aile antérieure ou moins de deux fois plus longue qu'elle.
<u>Ailes</u> : <u>Ailes antérieures</u> : cellule discoïdale ouverte, présente ou absente. Furca 5 courte et sessile. Une nervule relie la radiale et la médiane au niveau des furcas 2 et 3. Ces deux furcas 2 et 3 deviennent sessiles (Fig.1B). <u>Ailes postérieures</u> : subtriangulaire large à la base, cellule discoïdale absente. La liaison entre la médiane et la radiale se fait entre la furca 2 et furca 3 par une nervule, de ce fait ces furcas deviennent sessiles.	<u>Ailes</u> : <u>Ailes antérieures</u> : cellule discoïdale toujours fermée. Furca 5 longue et pétiolée. La nervule qui relie la médiane et la radiale se trouve entre la cellule discoïdale et la cellule médiane. La furca 3 est pétiolée (Fig.1D). <u>Ailes postérieures</u> : oblongues, cellule discoïdale toujours présente. La nervule qui relie la médiane et la radiale se trouve entre la cellule discoïdale et la nervure médiane. La furca 3 est pétiolée.

II.4.5 Caractères de la sous-famille des Macronematinae

Seule la sous-famille des Macronematinae est traitée dans cette étude, elle est bien représentée à Madagascar.

L'autre sous-famille, les Hydropsychinae est également bien représentée à Madagascar. Elle l'est en particulier par le genre *Cheumatopsyche* qui est présent partout (au minimum une trentaine d'espèces) et dont la systématique est très difficile. Elle est également représentée par le genre *Hydropsyche* très rare et localisé seulement sur la côte est.

L'étude de la sous-famille des Macronematinae m'a été imposée par mon directeur technique de recherche Monsieur GIBON François Marie

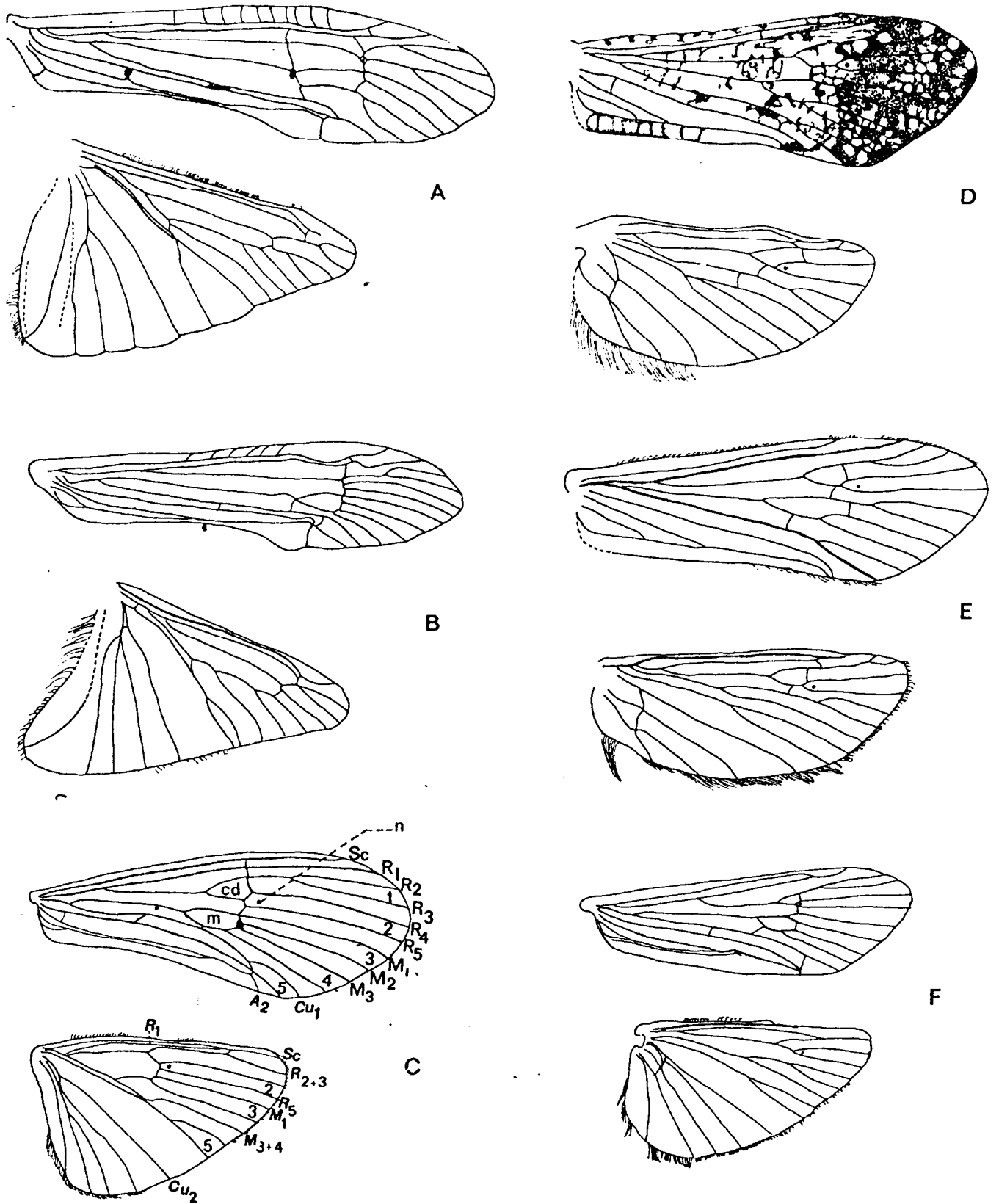


Fig.1 : Ailes antérieure et postérieure : A. *Aethaloptera* sp.A; B. *Amphipsyche senegalensis*; C. *Polymorphanisus guttatus* nervation alaire : Sc sous-costale, R1 radiale, R2 à R5 rameaux de la radiale, M1 à M4 rameaux de la médiane, Cu1a, Cu1b rameaux de la cubitale antérieure, Cu2 cubitale postérieure, 1 à 5. Furca 1 à furca 5, cd. Cellule discoïdale, m. Cellule médiane, n. nygme : point sclerotinisé; D. *Hydropsyche* sp. A; E. *Cheumatopsyche* sp.; F. *Leptonema* sp.

a. Adultes

Tête : elles se reconnaissent par leurs antennes très fines et deux à quatre fois plus longues que les ailes antérieures. Les palpes maxillaires et labiaux sont présents ou absents.

Pattes : La formule calcarienne est variable.

Ailes : elle renferme des formes primitives avec une nervation régulière des ailes antérieures montrant les furcás 1, 2, 3, 4, 5, rarement 1, 2, 3, 4, la cellule discoïdale peut être fermée ou ouverte, alors que la cellule médiane est présente. Les ailes postérieures sont larges à la base, et ne présentent ni cellule discoïdale fermée ni cellule médiane. Furcas 2 et 3 toujours présentes, furca 5 rarement absente, furca 1 souvent présente

Genitalia : ils sont variables, mais ne possèdent pas d'appendices préanaux. Ils sont surtout utilisés dans la détermination spécifique.

b. Larves

Elles sont de formes variables selon les genres mais présentent les caractères généraux suivants.

Tête : la tête est pourvue ou non de carène. Les aires stridulantes peuvent être présentes ou absentes. Le labium est entier ne présentant pas d'échancrure apicale.

Thorax : pré-épisternum simple et non fourchu. La suture transverse sur le mésonotum et métanotum est absente.

Abdomen : les rameaux branchiaux sont insérés en deux séries de part et d'autre de l'axe principal et non tout autour.

Les genres malgaches composants la sous-famille des Macronematinae sont : *Aethaloptera*, *Amphipsyche*, *Leptonema*, *Macrostemum*, *Polymorphanus*.

c. Biologie des Macronematinae

Les larves de *Macrostemum* habitent dans différents types de cours d'eau. Elles vivent sur ou sous des rochers et des grosses pierres ou sur l'écorce de troncs et branches submergés. Leur retraite est constituée de tube en forme de U disposée horizontalement, face au courant ou entre une large pierre et le substrat (Scott 1983). Ce tube est fabriqué en soie, enchâssé de grains de sable. La courbure de ce tube est munie de mailles très fines par où passent les petites particules (Marlier 1981). Elles collectent la nourriture en la balayant jusqu'à leurs bouches avec les brosses de soie de leurs tarsi. Quand elles ne se nourrissent pas, elles bloquent l'entrée du tube avec leur tête aplatie.

Chez les *Amphipsyche*, le tube larvaire est fait de sable aggloméré, la forme étant identique à celle du filet des *Macrostemum*. Ces tubes sont disposés sur des rochers

ou sur des graviers. Ils préfèrent habiter les grandes rivières dont la vitesse du courant est rapide et uniforme. Ce sont des prédateurs omnivores, mangeant plus d'insectes que de plantes.

Les larves de *Leptonema* habitent souvent sous les pierres ou sur les rochers situés dans les eaux courantes d'altitude ou dans les cascades. Elles fabriquent des retraites couvertes de fragments de roches et des grains de sable et sont attachées fortement à des supports solides. La maille du filet de capture permet le passage des insectes et des morceaux de plantes. Les *Leptonema* se rencontrent le plus souvent en haute altitude, dans des eaux acides ou neutres, légèrement turbides.

Quant aux *Polymorphanus*, leurs larves matures vivent dans les galeries préexistantes des bois pourris submergés. Ils tissent un filet fin à l'intérieur de la galerie par où peuvent passer des micro-organismes constituant leur nourriture. Ce genre a un régime carnivore.

Les *Aethaloptera*, en revanche, vivent entre les pierres dans le courant à la sortie des barrages où la nourriture est abondante (Scott 1983). Les larves d'*Aethaloptera* se nourrissent de fines particules en suspension comme le font les *Macrostemum*.

III. RICHESSE DES MACRONEMATINAE

III.1. Comparaison entre la richesse des Macronematinae africains et malgaches

Sur les trois sous-familles d'Hydropsychidae présentes en Afrique et dans l'hémisphère nord, les Hydropsychinae et les Macronematinae seulement sont signalées de Madagascar. La sous-famille des Diplectroninae est absente de l'île mais du fait qu'elle est composée de peu d'espèces, sa validité en tant que sous-famille est parfois contestée.

Au niveau générique, en comparaison avec l'Afrique, cinq des six genres présents sur ce continent sont rencontrés à Madagascar; le *Protomacronema* faisant défaut. Ce genre est endémique de l'Afrique continentale subsaharienne car il est également absent de l'Inde, il est très proche du genre *Amphipsyche*.

L'absence du genre *Protomacronema* de l'île est intéressante du fait que ce genre est plus archaïque que le genre *Macrostemum*; ce dernier étant répandu en Afrique et à Madagascar. La présence des autres genres dans les deux régions ne peut pas être expliquée par un transport passif par vents, courants ou autres, à cause de l'étendue de la mer qui sépare Madagascar et l'Afrique continentale. C'est donc un stock de la faune ancienne (pré-tertiaire)(Paulian 1972). Il se peut que le genre *Protomacronema* ait été présent dans l'île avant et durant l'ère tertiaire quand Madagascar était encore relié à l'Afrique. Après la séparation de la Lémurie de l'Afrique, des événements paléoclimatiques ont pu éliminer ce genre de Madagascar. En Afrique continentale, le genre *Protomacronema* aurait pu se maintenir dans certains refuges restreints et protégés, puis recoloniser des territoires plus importants. Ces refuges ont pu exister en Afrique continentale du fait d'une superficie très grande.

Les cinq genres présents dans l'île sont largement répandus en Afrique continentale subsaharienne.

L'Afrique compte 118 espèces de Macronematinae sur les six genres répertoriés, ce qui nous semble pauvre vis-à-vis de la superficie de ce continent.

A Madagascar, la pauvreté et la non endémicité des genres sont compensées par un taux élevé de la richesse en espèces. Ainsi, sur sa superficie très faible en comparaison de celle de l'Afrique, on recense 56 espèces de Macronematinae soit 47% de la richesse africaine. Avant 1991, seules 26 espèces étaient décrites.

Pour les Macronematini, six espèces de *Leptonema* étaient jusqu'à présent connues et décrites : deux par Ulmer (1905), deux par Sykora (1964) et deux par Flint et al. (1987). Quatre de ces espèces furent retrouvées en 1995 au cours de nos missions. En sus, quatre espèces de *Leptonema* présentes sont actuellement en cours d'étude par J. Olàh. Une de ces espèces a été retrouvée par l'équipe du LRSAE, les trois autres nous sont encore inconnues. Cinq individus qui diffèrent entre eux et différents aussi des autres sont en cours d'étude au LRSAE. De plus, une espèce mise auparavant en synonymie est rétablie.

L'ensemble des captures réalisées par l'équipe du LRSAE depuis 1991 a permis de recenser cinq espèces nouvelles de *Leptonema*, qui additionnées aux espèces décrites dans la bibliographie portent à 16 le nombre des espèces malgaches.

Pour les *Macrostemum* sept espèces ont déjà été décrites : quatre par Navàs, une par Rambur, une par Banks. Seules trois ont été retrouvées. Cinq sont étudiées par Olàh (comm. pers.).

Les captures ont permis la découverte de 17 espèces de *Macrostemum* qui sont en cours d'étude et de description. En tenant compte des données bibliographiques cela porte à 29 le nombre d'espèces malgaches de *Macrostemum*.

Une espèce d'*Aethaloptera* a été décrite par Brauer (1875), espèce non endémique. Les travaux menés au LRSAE ont permis d'en trouver une autre différente de celle décrite par Brauer.

Le genre *Polymorphanisus* est représenté par une espèce déjà décrite (Navàs 1924), endémique que l'on a retrouvé dans nos prélèvements.

Une espèce d'*Amphipsyche* fut capturée et identifiée comme étant l'espèce africaine *Amphipsyche senegalensis* Navàs (1924).

Cette richesse est complétée par les espèces du genre *Potamyia*, genre également africain. Trois des quatre espèces trouvées par J. Olàh (comm. pers) sont présentes dans nos collections; trois autres nous sont inconnues et sont en cours d'étude.

III.2. Situation de l'étude dans cette faune d'espèces

III.2.1. Choix des genres

Les cinq genres de Macronematinae présents sont *Macrostemum* Kolenati 1859, *Amphipsyche* Mac Lachlan 1872, *Leptonema* Guérin 1843, *Aethaloptera* Brauer 1875 et *Polymorphanisus* Walker 1852. Ces genres sont bien représentés à Madagascar. Leur étude est aisée d'une part premièrement à leur grande taille et deuxièmement à des caractères systématiques faciles à identifier. Aucune confusion n'est possible car chaque genre a ses propres caractères.

Plusieurs caractères doivent être pris en compte pour différencier les genres. Chez les adultes, la coloration et la forme des ailes sont les plus apparentes. Cette coloration est souvent utilisée pour trier les captures. Des critères tels : la nervation alaire, la longueur des palpes maxillaires et également la "formule calcarienne" sont pris en compte.

Les nymphes n'ont pas été étudiées du fait de l'insuffisance de matériel. Seuls trois genres ont été étudiés jusqu'au stade larvaire. Ce sont *Amphipsyche*, *Macrostemum*, *Leptonema*. Ils ont été choisis parce que ce sont les seules larves de Macronematinae présentes dans notre matériel. Seules les larves de stade avancé sont étudiées. Le premier critère de choix est l'absence ou la présence de carène, suivie du nombre et la position des branchies.

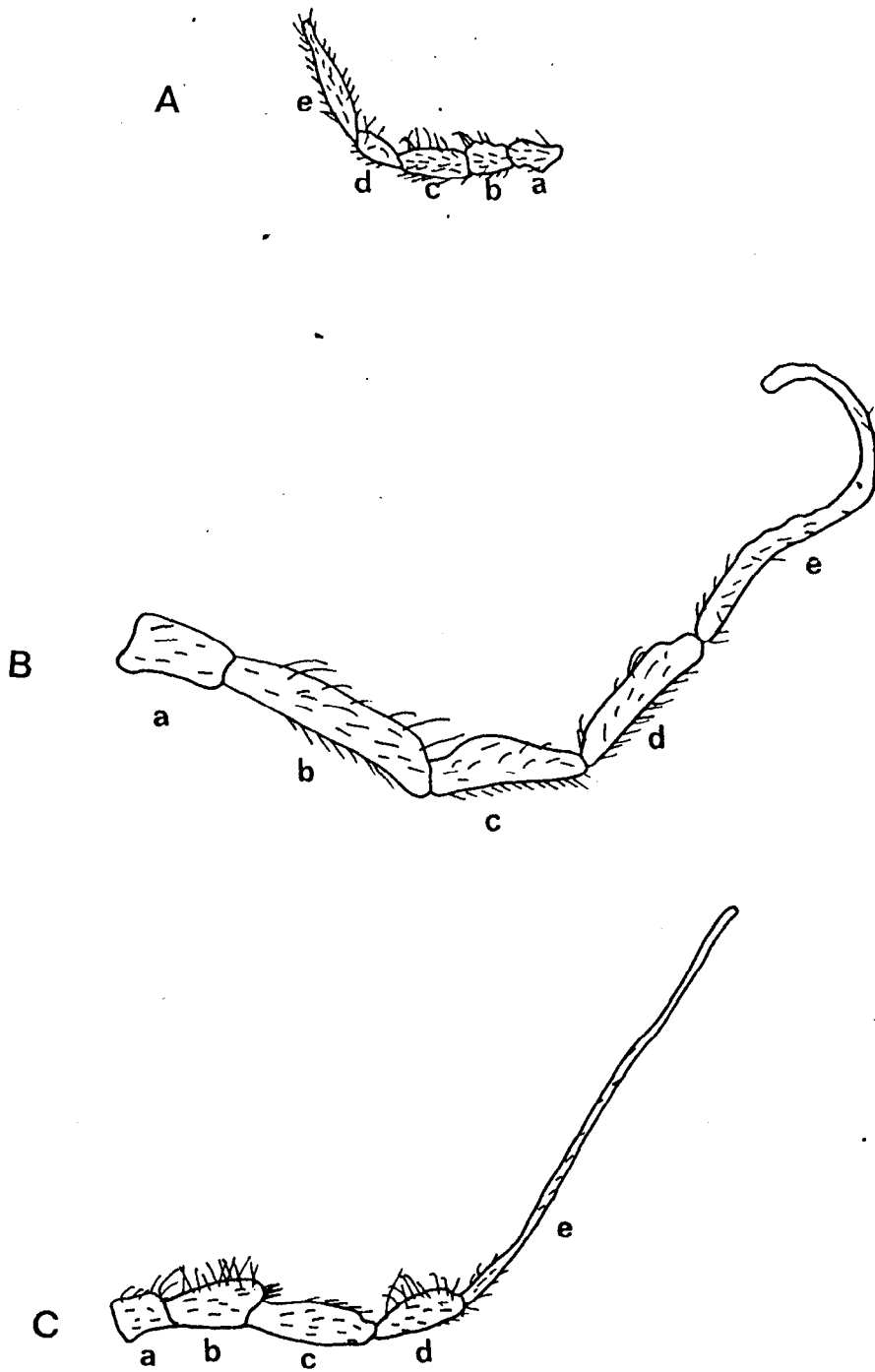


Fig.2 : Palpes maxillaires : a. segment 1, b. segment 2, c. segment 3, d. segment 4, e. segment 5 : A. *Amphipsyche senegalensis*; B. *Leptonema milae*; C. *Macrostemum scriptum*.

Les clés des adultes et des larves sont basées sur les travaux de Marlier (1962), Scott (1983), Statzner et Gibon (1985). Elles sont modifiées et résumées suivant les matériels étudiés pour mieux comprendre et reconnaître les genres présents à Madagascar.

a. Adultes

- 1 - Palpes maxillaires et labiaux réduits 2
 1+ Palpes maxillaires et labiaux formés respectivement de cinq et trois articles filamenteux 3
- 2 - Les nervures R4+5 de l'aile antérieure forment un petit triangle renfermant le nygme (Fig.1A) *Aethaloptera* Brauer
 2+ Nervures R4+5 de l'aile antérieure simple (Fig.1C) *Polymorphanisus* Walker
- 3 - Cellule discoïdale fermée (présente) sur l'aile antérieure, formule calcarienne 2/4/4 ou 1/4/4 4
 3+ Cellule discoïdale ouverte (absente) 5
- 4 - Deuxième segment des palpes maxillaires plus long que le troisième. 5^{ème} sternite abdominal présentant deux petits lobes. Article distal du gonopode plus court que la partie basale (Fig.2B) *Leptonema* Guerin
- 4+ Deuxième segment des palpes maxillaires plus court que le troisième. 5^{ème} sternite abdominal ne présente pas de lobes. L'article distal du gonopode plus long que l'article basal (Fig.2C) *Macrostemum* Kolenati
- 5 - Formule calcarienne variée, bord anal de l'aile antérieure concave; Les segments des palpes maxillaires et labiaux sont très réduits (Fig.2A) *Amphipsyche* McLachlan

b. Larves

- 1 - Tête aplatie dorso-ventralement et pourvue d'une carène en forme de U 2
 1+ Tête non aplatie, dépourvue de carène et de sclérite entre l'antéclypeus et le labre *Leptonema*
- 2 - Carène passant en avant du clypeus laissant un petit triangle clypéal en dehors de la zone aplatie *Macrostemum*
- 2+ Carène passant exactement au sommet du clypeus *Amphipsyche*

III.2.2 Choix des espèces

Environ 20 des 56 espèces de Macronematinae recensées, sont des *Macrostemum* non décrits. Les autres espèces, déjà décrites, doivent être réétudiées car les

anciennes descriptions ne sont pas assez précises et sont basées uniquement sur un seul caractère. Du fait de nombre d'espèces important, l'étude spécifique des adultes de ce genre nécessite beaucoup de temps, ce qui rend impossible son inclusion dans cette étude.

Le genre *Leptonema* en revanche possède un nombre moyen d'espèces. De plus des études récentes réalisées par Flint et al. (1987) nous ont fourni des documents de référence. Les espèces de *Leptonema* par rapport aux espèces de *Macrostemum* possèdent de nombreux caractères de différenciation rendant facile leur identification.

Les critères de choix chez les espèces varient suivant les genres mais sont basés essentiellement sur les ailes et les genitalia.

Chez les *Aethaloptera* et les *Polymorphanisus* les variations de la nervation et la disposition des taches alaires sont à prendre en compte. Chez les *Macrostemum* et les *Leptonema*, ce sont la coloration et la disposition des taches qui sont prises en considération. Les genitalia sont les organes les plus étudiés chez toutes les espèces ainsi que les formes du neuvième et du dixième tergites et ce, surtout chez les *Leptonema*. La forme et la proportionnalité du gonopode et enfin la morphologie de l'appareil phallique constituent également de bons critères.

Les larves sont identifiées par la coloration, l'ornementation et la taille de la tête, les formes et le nombre des dents de la mandibule et finalement l'ornementation et la forme du submentum. Chez certains genres tels les *Leptonema* la forme et la taille des papilles abdominales sont également étudiées.

III.2.3. Espèces étudiées

Les espèces d'*Aethaloptera*, *Amphipsyche*, *Leptonema* et *Polymorphanisus* récoltées par l'équipe du LRSAE depuis 1991 ont été étudiées et sont décrites. Les espèces de *Macrostemum* ont été étudiées mais leurs descriptions ne seront pas incluses dans ce travail. Ces espèces sont seulement citées pour apprécier leur distribution géographique.

Tableau II : Listes des espèces étudiées et leur statut taxinomique

Espèces	statut taxinomique	noms proposés	Endemicité
<i>Aethaloptera</i> sp. A	LRSAE		Endémique.
<i>Amphipsyche senegalensis</i>	Brauer, 1875	déjà décrite	Endémique.
<i>Leptonema affine</i>	Ulmer, 1905	déjà décrite	Endémique.
<i>Leptonema conicum</i>	Flint et al, 1987	déjà décrite	Endémique.
<i>Leptonema displicens</i>	Navàs 1935	déjà décrite	Endémique.
<i>Leptonema madagascariense</i>	Ulmer, 1905	déjà décrite	Endémique.
<i>Leptonema milae</i>	Sykora, 1964	déjà décrite	Endémique.
<i>Leptonema nupharum</i>	Flint, et al, 1987	déjà décrite	Endémique.
<i>Leptonema zahradniki</i>	Sykora, 1964	déjà décrite	Endémique.
<i>Leptonema</i> sp. D	LRSAE	joannae	Endémique.

<i>Leptonema</i> sp. E	LRSAE		Endémique.
<i>Leptonema</i> sp. G	LRSAE	sylveri	Endémique.
<i>Leptonema</i> sp. H	Olàh/LRSAE	mahajeba	Endémique.
<i>Macrostemum</i> adpictum	Navas, 1934	déjà décrite	Endémique.
<i>Macrostemum</i> scriptum	Rambur, 1842	déjà décrite	Endémique.
<i>Macrostemum</i> placidum	Navàs, 1935	déjà décrite	Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. C	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. D	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. E	Olàh/LRSAE	ankaz.	Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. G	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. I	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. J	Olàh/LRSAE	ambil	Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. K	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. L	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. M	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. N	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. O	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. P	LRSAE	jeaninae	Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. Q	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. R	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. S	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. T	LRSAE		Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. U	LRSAE	bakolyae	Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. V	Olàh/LRSAE	mambra	Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. W	Olàh/LRSAE	eitanah	Endémique.
<i>Macrostemum</i> sp. X	Olàh/LRSAE	pitamel	Endémique.
<i>Polymorphanisus</i> guttatus	Navàs 1924	déjà décrite	Endémique.

Statut LRSAE : espèces nouvelles découvertes par le LRSAE et qui ne sont pas encore décrites.

Statut Olàh / LRSAE : espèces nouvelles non décrites présentées dans le catalogue confidentiel de J. Olàh et retrouvées dans le matériel récolté par l'équipe du LRSAE.

IV. DESCRIPTIONS

IV.1. Genre *Aethaloptera* Brauer 1875

Ce genre est présent en Asie et en Afrique (Barnard 1980). A Madagascar seule une espèce est connue. Elle est très localisée, n'étant présente que sur la basse Betsiboka.

Aethaloptera sp. A (fig.3)

Elle se reconnaît aux caractères suivants : palpes maxillaires et labiaux réduits, formule calcarienne égale à 0/2/2.

La tête est ornée de deux paires de verrues bulbaires post-antennaires; les paires antérieures sont les plus fortes (Fig.3H). Les antennes sont très longues.

Le corps est blanchâtre. Les ailes sont blanches, transparentes non velues. Les antérieures sont ornées de taches noires sur les nervures transversales et sont étroites et élargies vers l'extrémité. Les furcas 1, 2, 4 sont pétiolées; il n'y a pas de cellule discoïdale. Le nygme est inclus dans une petite cellule triangulaire. La radiale est reliée à la médiane par deux nervules, la furca 3 est sessile, la furca 5 est aussi sessile et courte (fig. 1A).

Les ailes postérieures sont larges, triangulaires, la cellule discoïdale est absente; les furcas 1, 2 sont pétiolées; les furcas 3 et 5 sont sessiles. La furca 5 est large et longue.

Genitalia mâles : ils sont petits; le dixième tergite forme deux valves latérales (Fig.3D), les gonopodes sont fins, l'appareil phallique est courbé en angle droit vers la partie ventrale (Fig.3F).

IV.2. Genre *Polymorphanisus* Walker 1852

Ce genre est commun d'Asie tropicale et d'Afrique subsaharienne. Il comprend des Trichoptères de très grande taille. A Madagascar, il est représenté par une seule espèce *Polymorphanisus guttatus* Navàs 1935, décrite à partir des caractères alaires et les antennes d'une femelle. Cette espèce a été redécrite par Barnard (1980).

La description d'une des femelles capturées est donnée ci-après :

Polymorphanisus sp. A (fig. 1C)

Cette espèce a de très longues antennes au premier article vésiculeux. Elles sont de teinte foncée, annelées de noir, à l'exception des deux premiers articles qui sont clairs, a pilosité blanche. Les yeux sont grands et saillants. Les palpes sont inexistantes.

C'est une espèce de grande envergure, les ailes sont grandes, blanches avec une nuance de vert. L'aile antérieure est étroite à la base, s'élargit au sommet, avec un bord anal plus ou moins concave formant une sorte de faucille. La longueur des

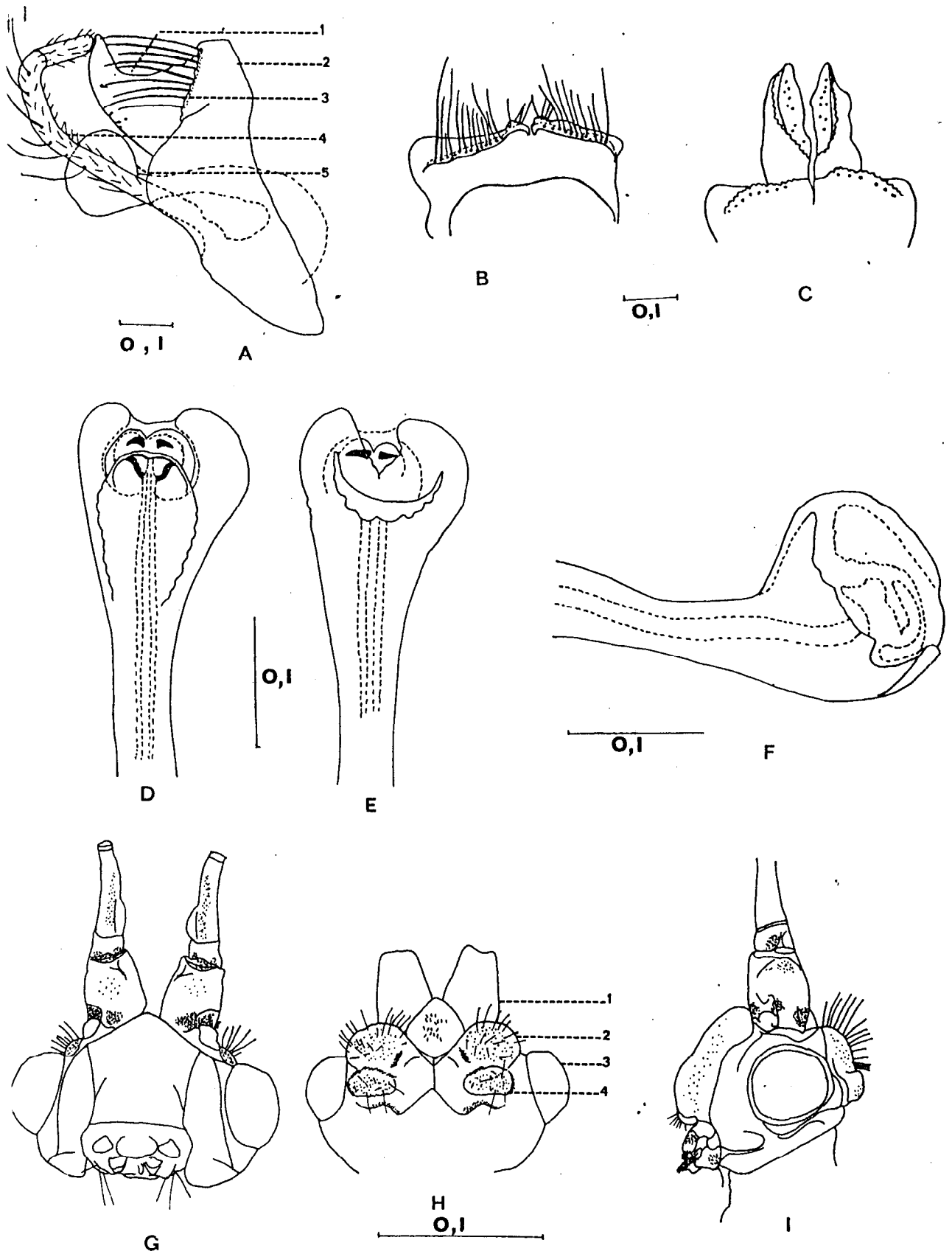


Fig.3 : *Aethaloptera* sp. A : A. Genitalia vue latérale : 1. valve, 2. 9ème tergite, 3. soie, 4 gonopode, 5 appareil phallique; B. 9ème tergite; C. 10ème tergite; D. Appareil phallique vue ventrale; E. Appareil phallique vue dorsale; F. Appareil phallique vue latérale; G. Tête vue frontale; H. Tête vue dorsale : 1. Antenne, 2. et 4. verrues sétigères, 3. oeil ; I. Tête vue latérale.

ails antérieures est d'environ 18,5 mm, celle des ailes postérieures est d'environ 12,4mm.

La nervation des ailes est particulière. La cellule discoïdale est fermée, quasiment aussi longue que large. La cellule médiane est allongée. Sur un côté de la cellule médiane, à la base des nervures M2 et M3 existe une petite macule noire caractéristique de l'espèce. La furca 1 est longuement pétiolée, les furcas 2, 3 et 4 sont sessiles, la furca 5 est courte. L'aile postérieure est large formant un triangle rectangle, son bord costal porte des soies servant au couplage avec l'aile antérieure. Elle ne présente ni cellule discoïdale, ni cellule médiane. La furca 1 fait défaut, les furcas 2 et 3 sont sessiles; les deux sont réunies entre elles par une forte nervule transverse radio-médiane. La furca 5 est pétiolée. Un champ anal élargi est soutenu par cinq nervures longitudinales.

Les tibias et les tarsi des pattes mésothoraciques sont très larges chez les femelles. La formule calcarienne est variable 1/3/2.

En comparant les critères de *Polymorphanisus* sp. A (fig. 1C) à ceux de *Polymorphanisus guttatus*, tous les caractères permettant l'identification de *Polymorphanisus guttatus* sont retrouvés et mis en évidence dans le matériel récolté. On peut conclure que l'on a une seule espèce.

IV.3. Genre *Amphipsyche* Mc Lachlan 1872

IV.3.1. Adultes (Fig.4)

Le genre *Amphipsyche* est caractérisé par la présence de palpes maxillaires réduits. La formule calcarienne était à l'origine 1/4/4 mais elle est souvent réduite en 0/4/4; 0/4/3; 0/4/2 (Barnard 1984). Les antennes sont deux fois plus longues que les ailes antérieures.

Les ailes antérieures sont grandes, allongées avec un bord anal concave, elles sont moins larges apicalement que chez les autres genres. Ces ailes sont soit jaunâtres soit brun pâle. La nervure radiale est sinueuse dans sa partie apicale, la furca 1 est souvent longue et pétiolée tandis que les furcas 2, 3, 4 et 5 sont sessiles. La cellule discoïdale est absente alors que la médiane est présente (Fig.1B).

Les ailes postérieures sont larges en forme de triangle rectangle, dépourvues de cellules discoïdale et médiane, le champ anal est très dilaté.

Les genitalia mâles présentent tous les caractères habituels : neuvième tergite droit et dixième tergite formant une paire de valves latérales foliacées (Fig.4A). Le pénis est formé d'une base large, d'une tige étroite et d'un apex renflé muni parfois de deux paramères spiniformes ou plus (Fig.4C, 4D) (Marlier 1962). Les gonopodes ont leur segment basal long et claviforme et leur segment apical court et étroit.

Une espèce est décrite de Madagascar : *Amphipsyche pellucida* Navàs, 1923 redécrite par Barnard (1984).

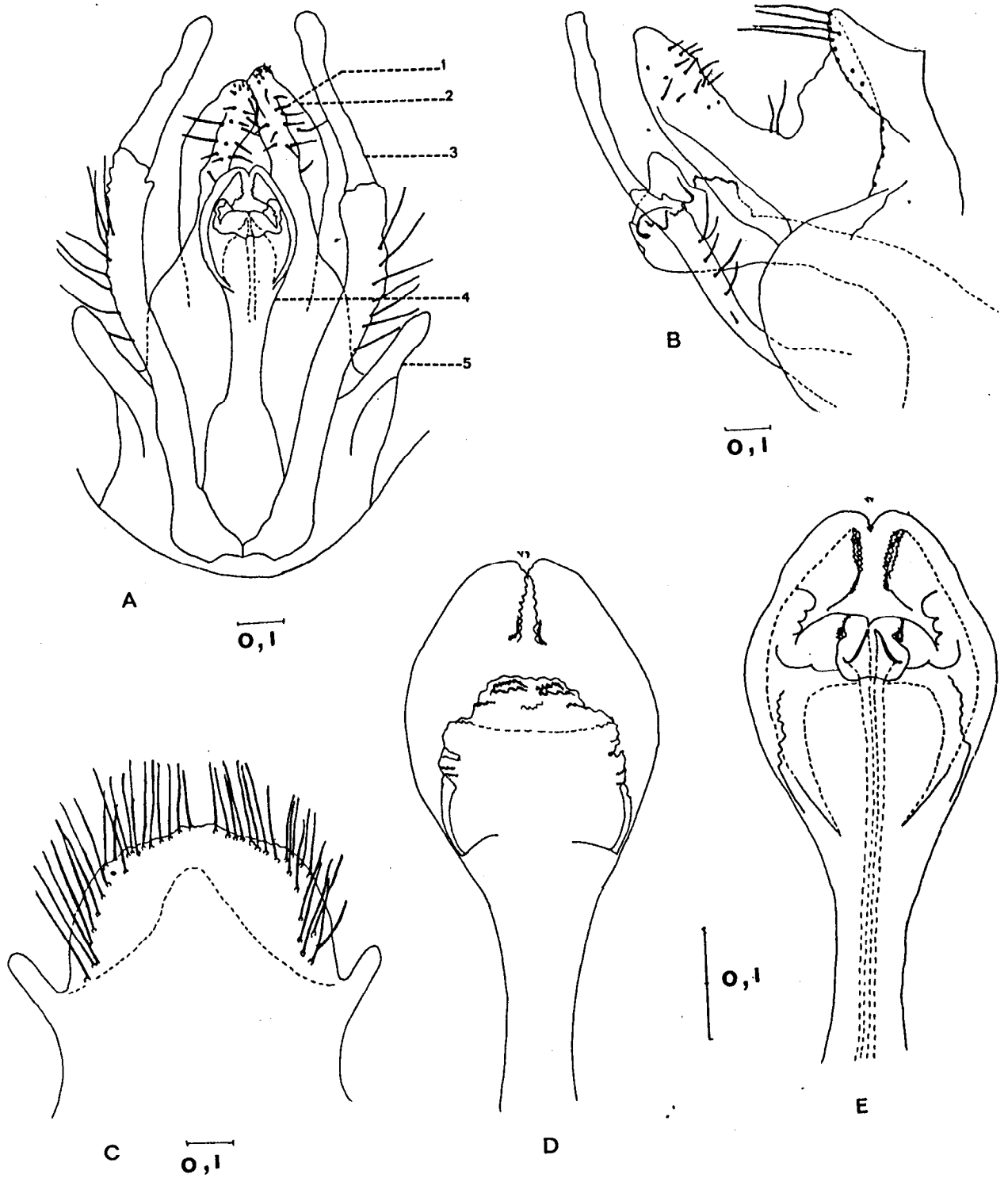


Fig.4 : *Amphipsyche senegalensis* adulte : A. Genitalia vue ventrale : 1. soies, 2. Valve, 3. Gonopode, 4. Appareil phallique, 5. 9ème tergite; B. Genitalia vue latérale; C. 9ème tergite D. Appareil phallique vue dorsale; E. Appareil phallique vue ventrale

Or depuis cette capture, tous les spécimens capturés dans les années 1950 par l'IRSM (Olàh, comm. pers.) ou récemment par le LRSAE, semblent n'appartenir qu'à une seule forme, assez variable, proche de l'espèce africaine *Amphipsyche senegalensis* Brauer 1875.

Des contacts ont été pris avec le British Muséum pour voir s'il est possible de réétudier le matériel type d'*Amphipsyche pellucida*. En l'état actuel des travaux, rien ne s'oppose à ce que les exemplaires capturés et étudiés dans le programme PEC7 soient identifiés comme *Amphipsyche senegalensis*.

IV.3.2. Larves (fig.5)

La tête est aussi large que ronde, délimitée par une carène semi-circulaire partant des angles du clypeus allant vers l'arrière de celui-ci en décrivant un arc et en passant au sommet du clypeus. Elle est de couleur brun sombre avec des parties claires à l'emplacement des yeux. Des taches claires de formes caractéristiques au-dessus desquelles poussent quelques soies noires, se voient sur le frontoclypeus. Les deux sclérites pariétaux ont des macules particulières et symétriques. L'antéclypeus possède quatre sclérites (Fig.5A).

Pièces buccales : le labre est sclérotinisé et rétractile. Le bord antérieur porte une touffe de soies claires. Il est séparé en deux parties égales par une raie brune. Les deux moitiés sont ornées de nombreuses soies les unes longues, brunes et sinueuses, les autres courtes et claires. Le labre est suivi d'une membrane qui le relie aux sclérites de l'antéclypeus (Fig.5D). Les mandibules sont fortes, celle de droite a quatre dents apicales à base large et sommet étroit. Ces dents sont suivies d'une dépression, puis d'une grosse dent à trois tubercules dont l'un est pointu. Celle de gauche a quatre dents apicales suivies d'une petite dépression, d'une petite dent arrondie, enfin d'une dent à deux tubercules (Fig.5B). Le submentum est haut, triangulaire, portant quelques soies ondulées (Fig.5C).

Thorax et abdomen : le pronotum est étroit présentant une suture transversale, le méso- et métanotum ne sont pas fissurés. Les sternites de ces deux segments portent des branchies. L'abdomen est court, des branchies ramifiées sont disposées en six rangées sur les segments II à VII. Le neuvième segment ne porte pas de branchies, mais une paire de sclérites ventraux surmontée de longues soies noires, une paire de petit sclérites latéraux, enfin une paire de sclérites dorso-latéraux plus grands que les deux autres. Le segment anal porte 5 branchies non ramifiées. Le prolongement anal est court et fort, formé par des sclérites latéraux forts supportant de longues soies et se termine par de puissants crochets (Fig.5E).

Pattes : elles sont fortes, de couleur brune. Les trois paires de pattes portent de nombreuses soies. La coxa de la patte prothoracique a une projection corpulente basale qui s'articule au propleure. Le fémur porte dans sa partie distale interne une petite projection qui paraît avoir un rôle de racloir. Ce fémur est bordé de soies sur sa partie postérieure. Le tibia et le tarse possèdent une brosse de soies, plus réduite que celle des *Macrostemum* (Fig.5F).

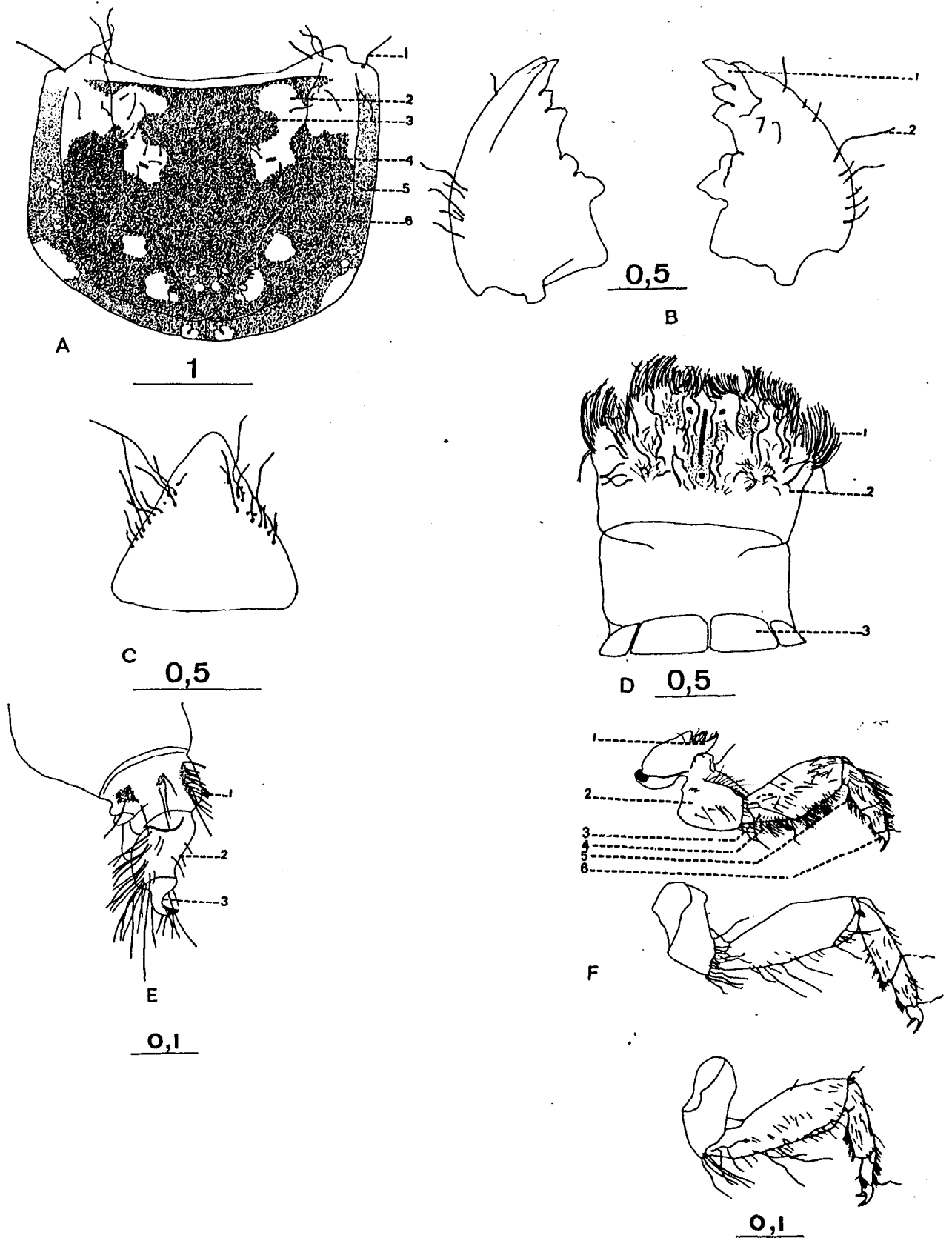


Fig.5 : *Amphipsyche senegalensis* larve : A. Tête vue dorsale : 1. Soie, 2. Tache, 3. Frontoclypéus, 4. Suture du frontoclypéus, 5. Sclerite parietal, 6. carène; B. Mandibules gauche et droite : 1. Dent, 2. soie; C. Submentum; D. Labre : 1. Soies, 2. Labre, 3. anteclypéus; E. Crochet anal : 1. 9Eme segment abdominal, 2. Prolongement anal, 3. Crochet anal; F. Pattes prothoracique : 1. Pré-épisternum, 2. Coxa, 3. Fémur, 4. Soies collectrices, 5. Tibia, 6. griffes, mésothoracique, métathoracique.

Nombre et position des branchies :

segments				
mésothorax	1P			
métathorax	2P			
abdomen	pré	post	ventro- latéral	ventral
I	-	-	2P	1P
II	2P	1P	2P	1P
III	2P	1P	2P	1P
IV	1P	1P	2P	1P
V	1P	1P	2P	1P
VII	1P	1P	2P	1P
VII	1P	1P	2P	-
VIII	-	-	-	-

P : paire

pré- : présegmentales

post- : postsegmentales

IV.4. Genre *Leptonema* Guérin-Meneville 1843

IV.4.1. Adultes

La taille varie de 10 à 30 mm. Les ocelles sont absents. La formule calcarienne est 2/4/4 ou 1/4/4. Les palpes maxillaires ont cinq articles dont le deuxième est plus long que le troisième.

Le fond des ailes est jaune pâle avec de nombreuses bandes ou taches. Les antennes sont deux ou trois fois plus longues que les ailes antérieures. Les ailes antérieures sont un peu étroites et quadrangulaires, la cellule discoïdale est toujours courte, petite et fermée, la cellule médiane plus grande et plus longue. Les furcas 1 à 5 sont présentes; la 1^{ère} est pétiolée les autres sont sessiles, la 5^{ème} est courte. La cellule thyridiale est allongée. Les ailes postérieures sont larges à la base, la cellule discoïdale est absente, les furcas 2 et 3 sont sessiles, la furca 5 est plus longue que la deuxième

Une des caractéristiques de ce genre est la présence d'une paire de lobes sur le sternite du 5^{ème} segment abdominal.

Genitalia mâles : le 9^{ème} tergite est en V et porte une rangée de longues et fortes soies, le 10^{ème} tergite est formé de deux paires de valves dont une paire latérale et une paire médiane de tailles et de formes variables. Une, deux voire trois paires de verrues peuvent être observées sur le dixième tergite. Le segment basal du gonopode est plus long et plus large que le segment distal, ce dernier porte un coussinet d'épines dans sa partie antérieure. La forme du pénis est variable.

Remarque : tous les caractères des genitalia sont utilisés dans la taxinomie spécifique.

a. Descriptions

Leptonema groupe *affine* Flint, Mc Alpine, Ross 1987

Ces espèces sont de taille moyenne, les ailes antérieures mesurent 11 mm à 18 mm. La formule calcarienne est 2/4/4. Le sternite abdominal basal est sans suture médiane. Le dixième tergite du mâle est muni de verrues latérales présentant des soies éparpillées. Les valves latérales sont très développées, les valves médianes sont plus larges et longues que les valves latérales. Le segment apical du gonopode porte des groupes d'épines en amas ressemblant à de petites dents. Le phallus est terminé par un bulbe avec des lobes dorso-latéraux et une ouverture centrale.

Ce groupe renferme six espèces : *Leptonema affine* (Ulmer 1905), *Leptonema milae* (Sykora 1964), *Leptonema conicum* (Flint et al 1987), *Leptonema zahradniki* (Sykora 1964), *Leptonema nupharum* (Flint et al 1987), *Leptonema madagascariense* (Ulmer 1905)

Leptonema affine Ulmer 1905 (Fig.6)

Les verrues postantennaires sont petites, jaunes et ornées de soies brun clair, tandis que le vertex est brun plus ou moins jaune. Le mésoscutum est teinté en brun clair, nuancé de jaune foncé et le mésoscutellum est blanchâtre avec une suture médiane brune. Les ailes antérieures sont hyalines teintées de jaune parsemées de taches foncées souvent confluentes surtout dans la partie distale.

Genitalia mâles : la structure des genitalia est caractéristique et permet de différencier *L. affine* de *Leptonema displicens*. En vue latérale les valves médianes sont plus larges et plus grandes que les latérales. Une paire de verrue est également observée à la base du 10^{ème} tergite. Elles sont repoussées latéralement et surmontées de nombreuses soies fines (Fig.6B). L'appareil phallique a une longue et étroite tige terminée par un apex bulbeux présentant deux lobes entre lesquels se trouve une petite expansion à angle obtus et tournée dorsalement (vue latérale) (Fig.6E, 6F) qui la différencie de *L. displicens*. Le segment distal du gonopode mesure environ 1/5 du segment basal (Fig.6C, 6D).

Leptonema displicens Navàs 1935 (Fig.7)

C'est une espèce de grande taille. La tête, les antennes, le corps ainsi que les pattes sont teintés en brun très clair. Les ailes antérieures ont un fond jaunâtre, chez les spécimens provenant d'autres localités elles sont noires et présentent des réticulations ainsi que des taches brunes caractéristiques. La longueur des ailes antérieures est de 19 mm, celle des ailes postérieures est de 13,5 mm.

Genitalia mâles : le dixième tergite (vue dorsale) porte sur chaque côté une grosse verrue surmontée de soies de longueurs moyennes disposées latéralement. Elle est séparée de la valve latérale par une petite projection triangulaire. Cette valve latérale est grande et porte quelques épines, une autre verrue, qui permet de la

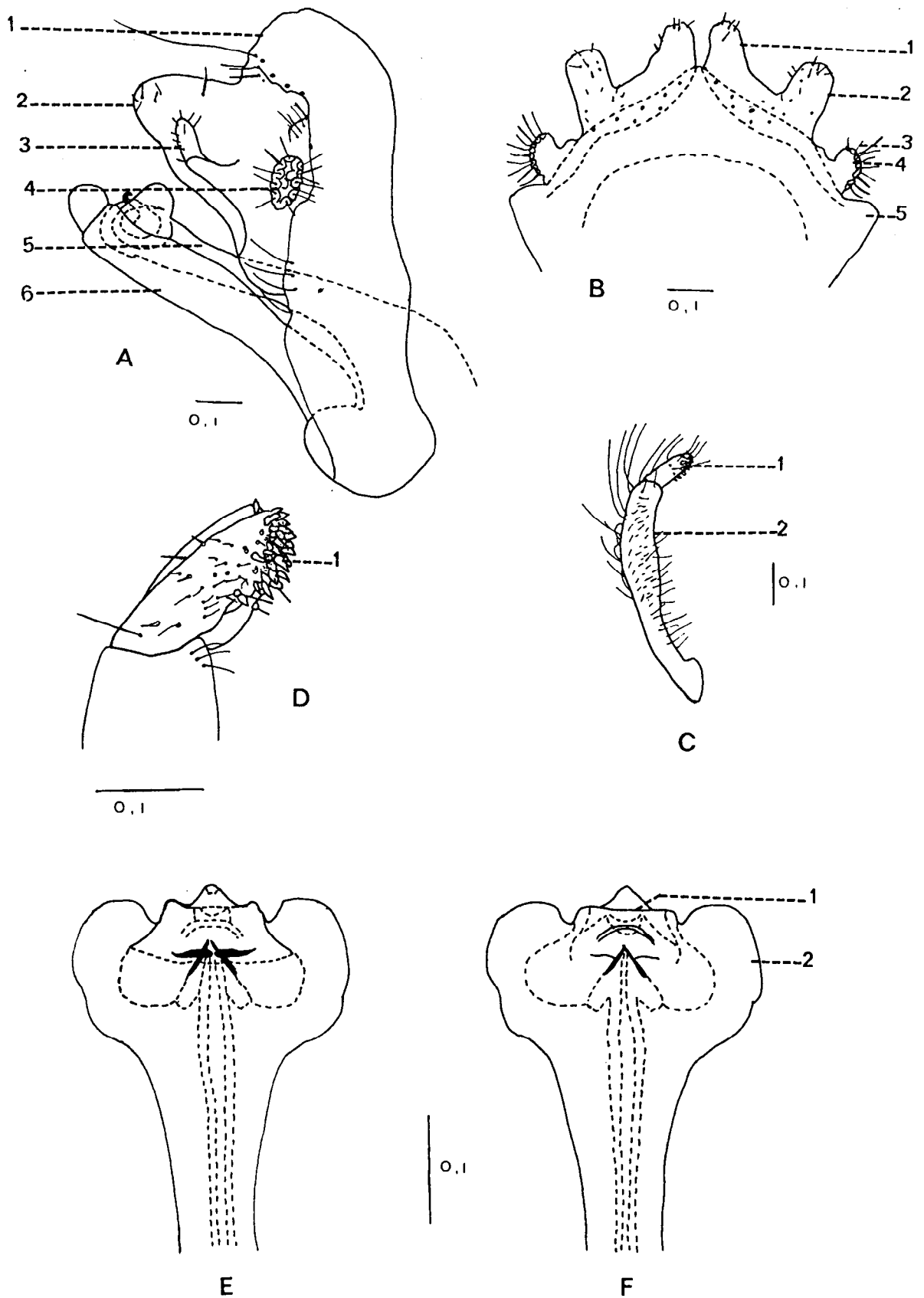


Fig.6 : *Leptonema affine* : A. Genitalia vue latérale : 1. 9^{ème} tergite, 2. valve médiane, 3. valve latérale, 4. verrues, 5. appareil phallique, 6. gonopode; B. Dixième tergite abdominal : 1. valve médiane, 2. valve latérale, 3. soies, 4. verrues, 5. 9^{ème} tergite; C. Gonopode : 1. Segment apical, 2. Segment basal; D. Segment apical du gonopode : 1. Dents émoussées; E. Appareil phallique vue ventrale; F. Appareil phallique vue dorsale : 1. méat, 2. lobe.

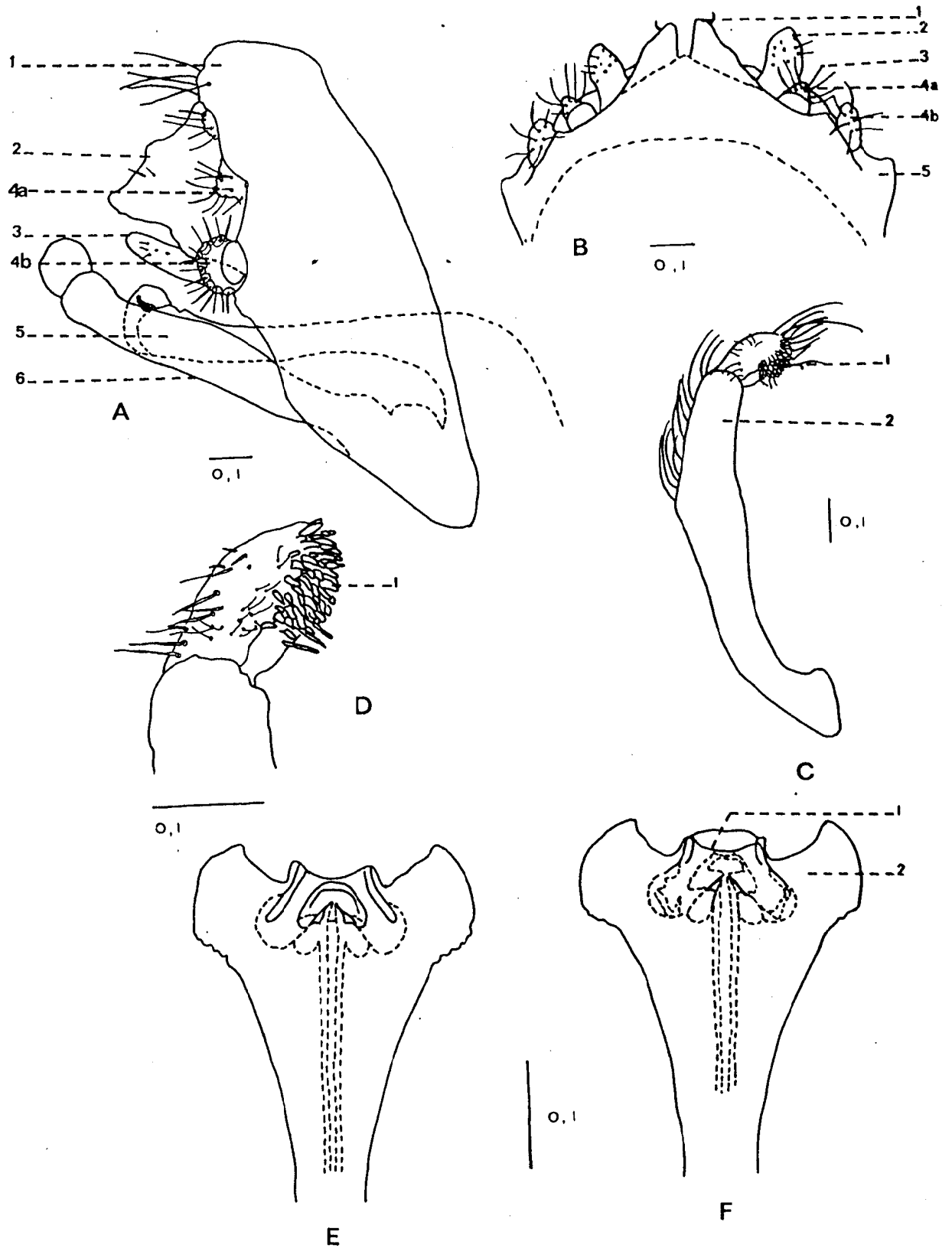


Fig.7 : *Leptonema displicens* : A. Genitalia vue latérale ; B. Dixième tergite abdominal; C. Gonopode; D. Segment apical du gonopode; E. Appareil phallique vue ventrale; F. Appareil phallique vue dorsale.

distinguer de *L. affine*, se trouve à sa base. Elle est suivie de la valve médiane qui présente une forme triangulaire (Fig.7B). Vue latéralement, la valve médiane est large avec seulement deux petites épines et a la forme d'un triangle irrégulier. Trois verrues sont visibles en position basale : la verrue latérale arrondie, une verrue triangulaire et enfin une verrue plus petite (Fig.7A). Le phallus est constitué d'une tige fine et droite terminée par un apex bulbeux. La face ventrale montre deux projections latérales et une projection centrale large et émoussée portant l'ouverture (Fig.7E, 7F). Le segment basal du gonopode est très long par rapport au segment apical; il est large dans sa partie médiane. Le segment apical est court, mesurant 1/6^{ème} du segment basal (Fig.7C). Il est pourvu de dents émoussées sur la face intérieure et porte des épines et des soies fines sur la face extérieure (Fig.7D).

L. affine fut décrite par Ulmer en 1905 et *L. displicens* fut décrite par Navàs en 1935. Ces deux espèces sont très voisines. Sykora en 1964 a essayé d'affirmer que ce sont vraiment deux espèces différentes, mais ce fut impossible par manque de matériels. En 1987, Flint et al. les ont mis en synonymie, ce qui nous semble erronée, car possédant assez de matériels tant pour *L. affine* que pour *L. displicens*, matériels provenant de nombreuses stations, nous pouvons facilement distinguer les deux espèces.

Les critères permettant de les distinguer sont la taille, la coloration alaire et les caractères des genitalia qui sont les plus fiables. La description originale de *L. displicens* (Navàs, 1935), reprise plus tard par Sykora (1964) est correcte et traduit bien tous les caractères de cette espèce.

Nous rétablissons donc *L. displicens*

Les critères de différenciation des deux espèces sont :

- le dixième tergite de *L. displicens* présente deux paires de verrues dont une grosse paire latérale et une autre paire plus petite médiane; cette deuxième paire étant absente chez *L. affine*;
- le pénis de *L. displicens* présente deux expansions anguleuses de part et d'autre du méat; ces expansions étant réduites à deux lobes simples chez *L. affine*;
- le bord dorsal du méat de *L. affine* est pourvu d'une petite expansion central qui n'est pas observée chez *L. displicens*;
- la taille et la forme du segment apical du gonopode sont différentes chez les deux espèces : chez *L. displicens* le gonopode est long et le segment apical mesure 1/6^{ème} du segment basal en revanche chez *L. affine* le gonopode est petit et plus court et le segment apical mesure 1/5^{ème} du segment basal.

Leptonema milae Sykora 1964 (Fig.8)

Les ailes ont un fond jaune brillant marqué de quelques taches sombres. La tête, les palpes, les antennes et les pattes sont légèrement brunes, le thorax est plus foncé. La partie apicale de l'aile antérieure est brun clair tandis que celle de l'aile postérieure est grise.

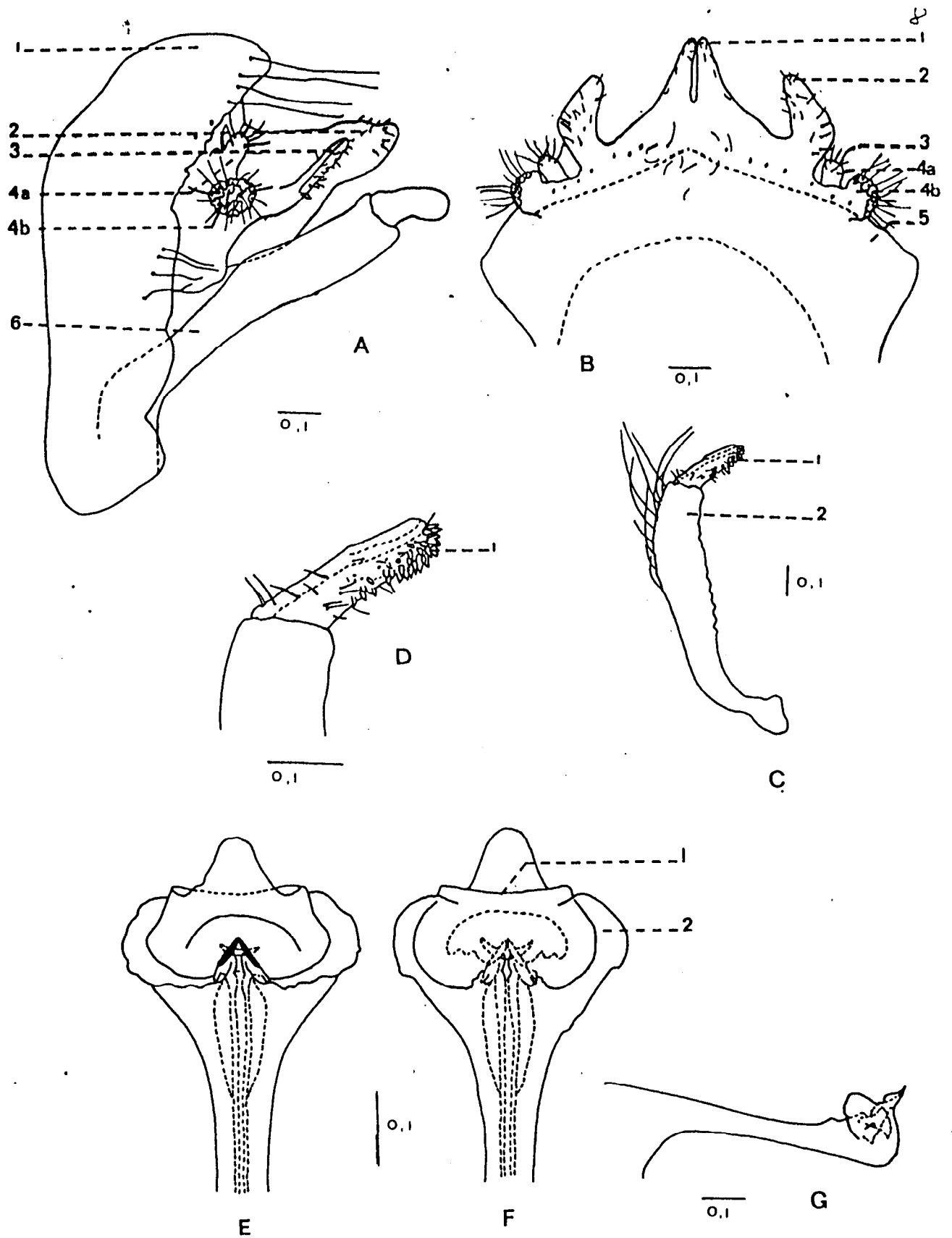


Fig.8 : *Leptonema milae* : A. Genitalia vue latérale; B. Dixième tergite abdominal; C. Gonopode; D. Segment apical du gonopode; E. Appareil phallique vue ventrale; F. Appareil phallique vue dorsale; G. Appareil phallique vue latérale.

Genitalia mâles : les genitalia sont caractéristiques. Le 10^{ème} segment est large, divisé symétriquement en deux par une échancrure profonde. De chaque côté se tiennent deux grosses verrues basales à apex arrondi couvert de fines soies (Fig.8B). En vue latérale, ces valves latérales sont ovales et les valves médianes ont la forme d'un large triangle avec quelques épines au sommet (Fig.8A). La partie terminale du phallus est arrondie, le bord dorsal du méat, montre une projection centrale triangulaire, membraneuse qui en vue latérale forme une grosse et forte épine brune projetée à partir de l'apex, une membrane transparente se trouve en position latéro-dorsale, la forme de ce phallus permet une différentiation aisée avec les *Leptonema* (Fig.8E, 8F). Le segment basal du gonopode est long et épais à la base (Fig.8C), le segment apical mesure environ 1/4 du premier (Fig.8D)

Leptonema conicum Flint & Mc Alpine 1987 (Fig.9)

L'aile antérieure est jaune, tachetée de brun clair surtout dans sa partie distale, le ptérostigma est présent. La tête, l'abdomen et les pattes sont jaunes. Les verrues postantennaires et le vertex sont munis de nombreuses soies jaunes et courtes.

Genitalia mâles : le dixième tergite présente une petite projection triangulaire entre la verrue latérale et la valve latérale qui lui est caractéristique. Les deux valves latérale et médiane sont bien séparées (Fig.9B). Le segment basal du gonopode est épais (Fig.9C). Le segment apical se rétrécit en s'effilant latéralement et ventralement de la base à l'apex (Fig.9D). L'apex du pénis s'arrondit en formant deux lobes latéro-dorsaux, le méat est simple, plutôt petit (Fig.9E, 9F).

Leptonema sp. H sp. n. (Fig.10)

C'est une espèce de petite taille. Les verrues postantennaires ainsi que le vertex sont jaunes couverts de soies claires; les antennes sont fines, blanchâtres et plus longues que les ailes antérieures.

Le mésoscutum est jaune tandis que le mésoscutellum est blanchâtre, étalé et divisé en deux parties égales par une raie brune. Entre ces deux sclérites se trouve une paire de lobes blancs. Les pattes ainsi que les segments abdominaux sont jaunes. Les ailes antérieures sont uniformément sombres, colorées en brun et plus claires que celles de *Leptonema* sp. D. La longueur de l'aile antérieure est de 9,2 mm, celle de l'aile postérieure 7,06 mm. Les lobes du cinquième sternite sont caractéristiques, disposés obliquement et mesurent plus de la moitié de ce sternite.

Genitalia mâles : le bord du neuvième tergite est noir. Le dixième porte une paire de grosses verrues latérales munies de nombreuses soies fines. Les valves latérales sont pointues et portent de petites épines noires. En vue dorsale, les valves médianes sont plus petites que les latérales (Fig.10B). En vue latérale, elles sont grandes avec deux angles, le premier dorsal pointu et le second ventral droit (Fig.10A). Ces valves médianes ne portent ni épine ni soie. Le gonopode est long et fin (Fig.10C). Le segment apical est plus ou moins effilé, il mesure environ 1/4 du

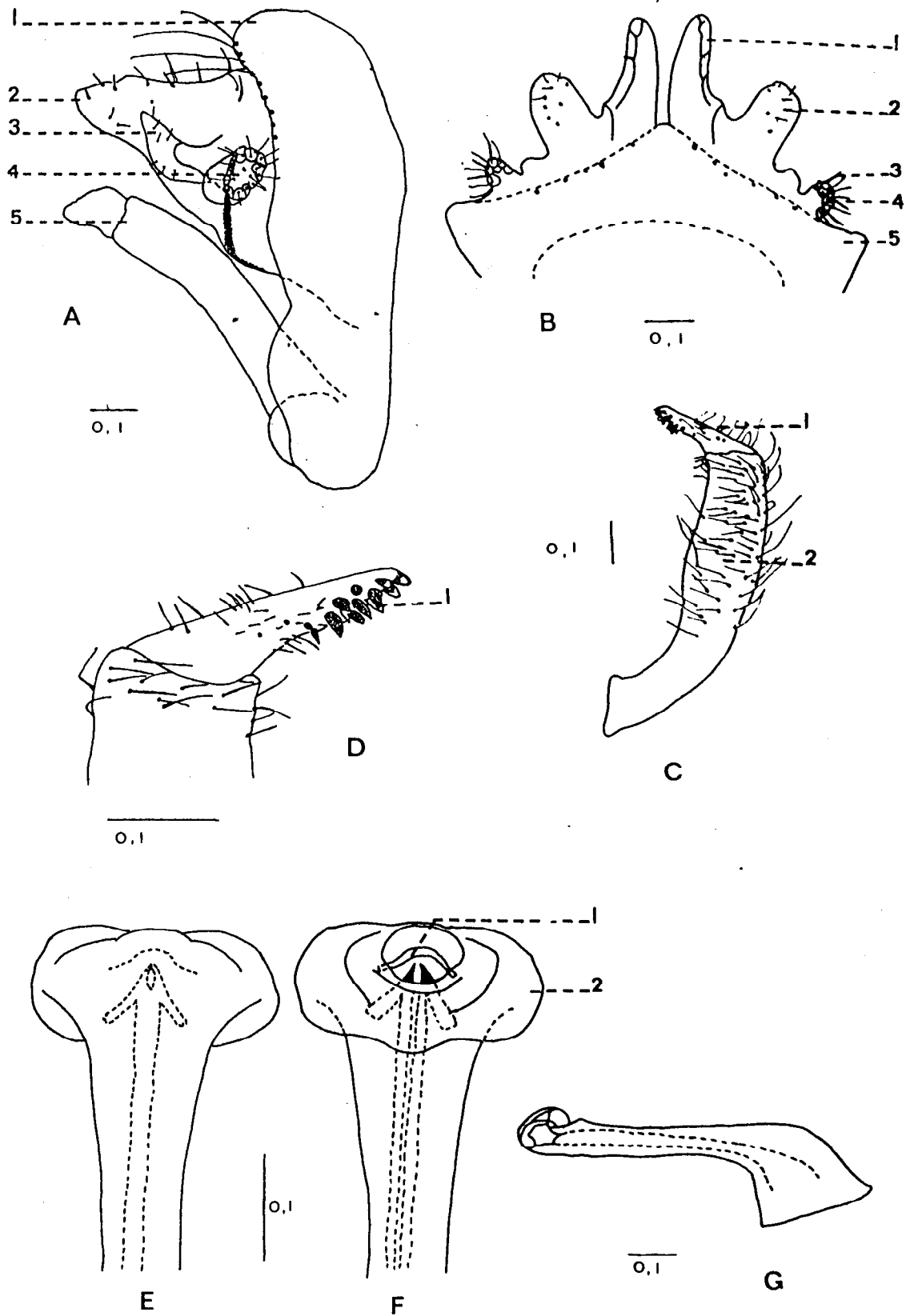


Fig.9 : *Leptonema conicum* : A. Genitalia vue latérale; B. Dixième tergite abdominal; C. Gonopode; D. Segment apical du gonopode; E. Appareil phallique vue ventrale; F. Appareil phallique vue dorsale; G. Appareil phallique vue latérale.

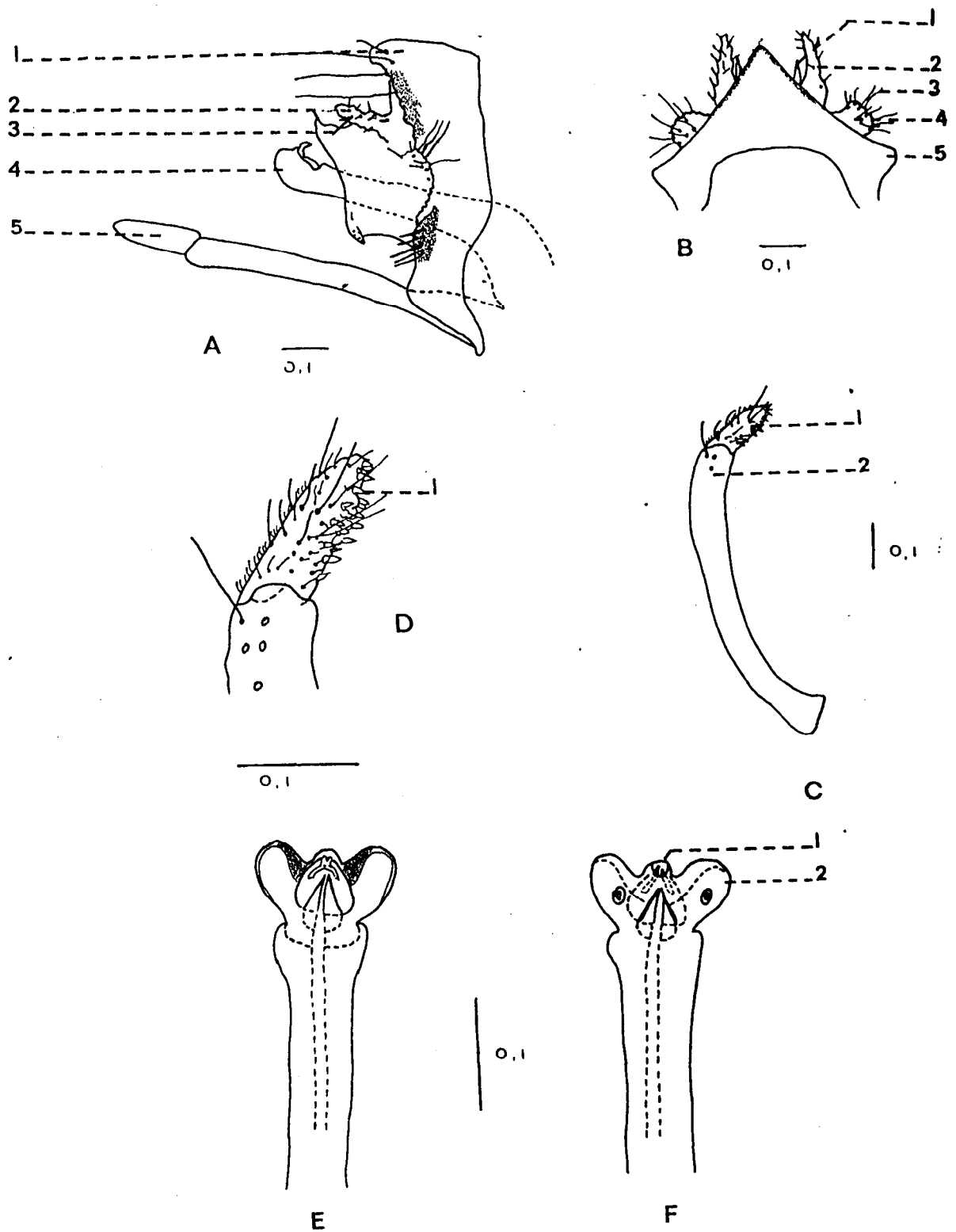


Fig.10 : *Leptonema* sp. H n. sp.: A. Genitalia vue latérale; B. Dixième tergite abdominal; C. Gonopode; D. Segment apical du gonopode; E. Appareil phallicque vue ventrale; F. Appareil phallicque vue dorsale.

segment basal. De nombreuses soies fines et courtes se trouvent sur le bord externe du segment apical. Les dents émoussées regroupées en une sorte de coussinet s'étendent de l'apex à la base interne de ce segment (Fig.10D). Le phallus est large à la base et se rétrécit petit à petit jusqu'au sommet. En vue latérale l'extrémité présente deux lobes qui émettent de petites expansions dorsales. En vue dorsale, elles se présentent comme deux petits ocelles au milieu des lobes. Le méat est étroit (Fig.10E, 10F).

Leptonema sp. Dn. sp (Fig.11)

Les verrues postantennaires ne sont pas faciles à mettre en évidence, le vertex est jaune brillant couvert de courtes soies noires. Les antennes sont jaunes et plus longues que les ailes antérieures.

Le mésoscutum est jaune clair avec les bords latéraux brun foncé, alors que le mésoscutellum est jaune avec une suture médiane brune. Ce mésoscutellum est plus étalé que celui de *Leptonema* sp. H. Les pattes sont jaune clair à l'exception des coxas qui sont blanchâtres. Les tergites abdominaux sont brun clair tandis que les sternites sont blanchâtres. Les ailes antérieures sont uniformément brunes très foncées, leur longueur est de 8,9 mm, celle des postérieures est de 6,8 mm. Les lobes du cinquième sternite mesurent plus que la moitié de ce dernier.

Genitalia mâles : le dixième tergite porte une paire de grosses verrues latérales avec de nombreuses soies fines. Les valves latérales arrondies avec quelques petites épines au sommet se trouvent en position centrale, alors que les valves médianes apparaissent comme deux pointes juste au dessus de ces valves latérales. Elles sont complètement séparées par un espace libre (vue latérale) (Fig.11A). Les valves médianes sont plus grandes que les valves latérales et ont une pointe orientée dorsalement ainsi qu'un petit lobe muni de petites taches noires sur la partie ventrale. Elles n'ont ni soie ni épine (Fig.11B). Le gonopode est long, étroit à la base et s'élargit au sommet (Fig.11C). La longueur du segment apical vaut 1/4 du segment basal. Le coussinet, parsemé de fines soies, s'étend sur sa moitié supérieure interne (Fig.11D), ce qui différencie cette espèce de *Leptonema* sp. H. Le phallus est large à la base, rétréci au milieu et s'élargit en un bulbe surmonté de deux lobes courbés vers l'arrière. Le méat est petit (Fig.11E, 11F).

Leptonema sp. D est très proche de *Leptonema* sp. H. La couleur et l'aspect de l'aile ne présentent aucune différence évidente. Seules la structure des deux valves du dixième tergite ainsi que la forme du phallus permettent de les distinguer.

Leptonema sp. En. sp. (Fig.12)

C'est une espèce de taille moyenne. La longueur des ailes antérieures est de 14,3 mm, celle des ailes postérieures de 10,2 mm. Les ailes sont grises plutôt brun pâle surtout vers l'extrémité distale; cette couleur paraît provenir des microtriches car la couleur du fond est blanchâtre. Le corps et les pattes sont teintés en jaune clair.

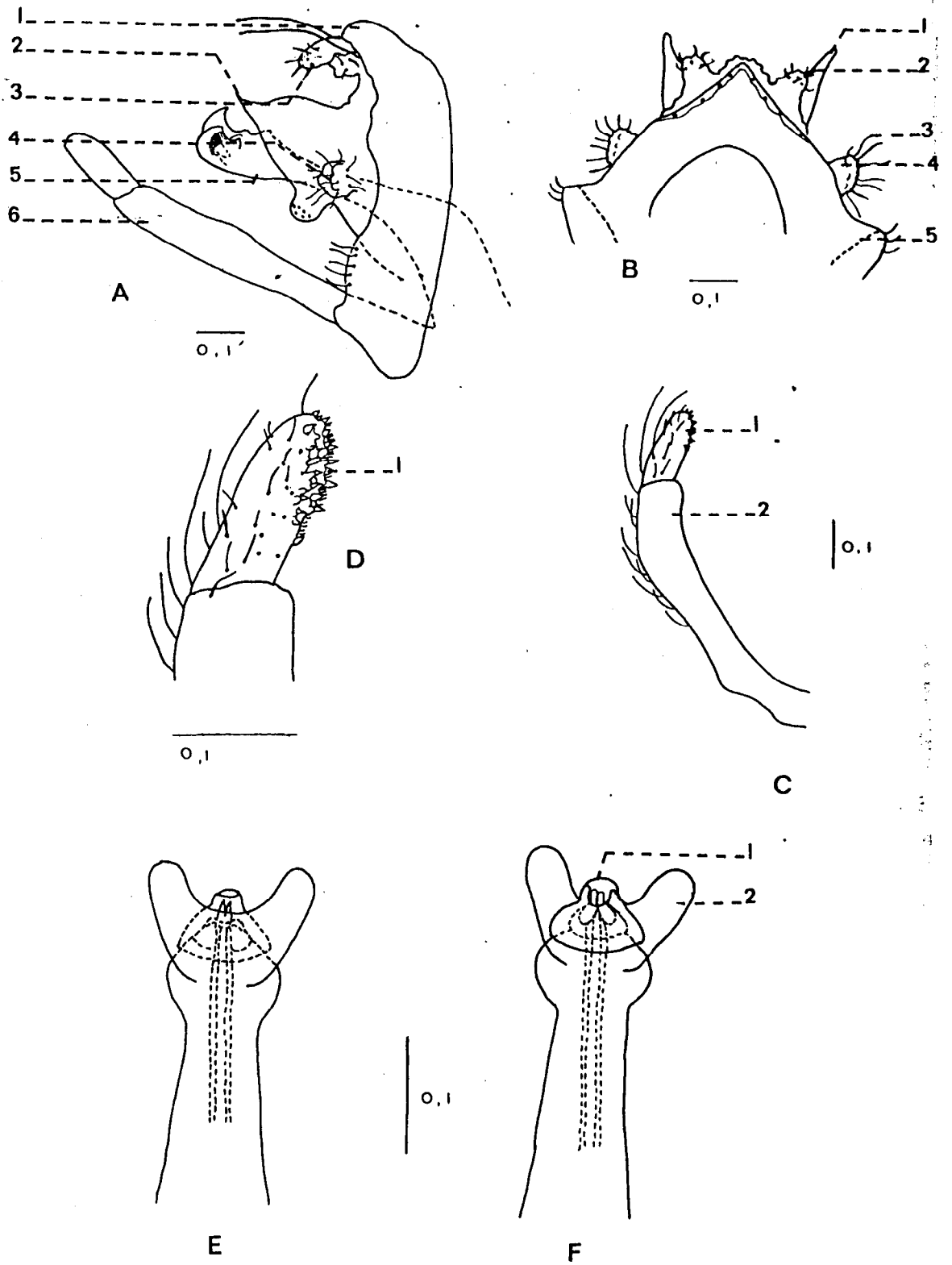


Fig.11 : *Leptonema* sp. D n. sp.: A. Genitalia vue latérale; B. Dixième tergite abdominal; C. Gonopode; D. Segment apical du gonopode; E. Appareil phallique vue ventrale; F. Appareil phallique vue dorsale.

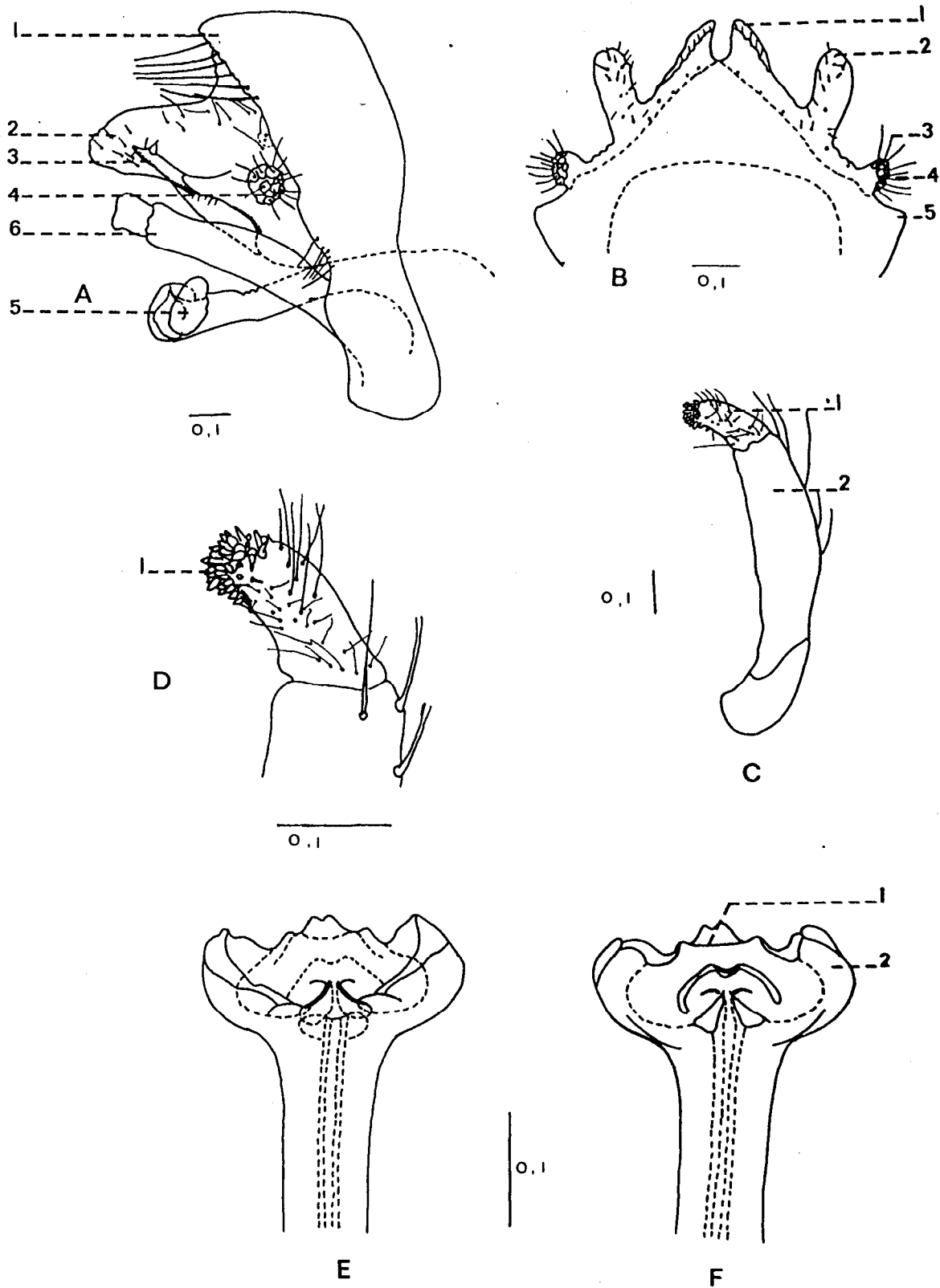


Fig.12 : *Leptonema* sp. E n. sp.: A. Genitalia vue latérale; B. Dixième tergite abdominal; C. Gonopode; D. Segment apical du gonopode; E. Appareil phallique vue ventrale; F. Appareil phallique vue dorsale.

Sur le cinquième sternite abdominal se trouve une paire de lobes. La formule calcarienne est de 2/4/4.

Genitalia mâles : le neuvième tergite triangulaire porte une rangée de soies longues et raides. Le dixième tergite porte une paire de grosses verrues latérales qui supportent quelques soies fines en position basale. En vue dorsale, les valves latérales sont grandes, leur apex est arrondi et orné de quelques épines noires. Elles sont séparées des verrues par un espace et elles sont bien séparées des valves médianes (Fig.12B). Vues de profil, les valves latérales se présentent comme deux éperons tandis que les valves médianes sont grosses et élargies et portent de nombreuses épines (Fig.12A). Le segment basal du gonopode est long et large de la base jusqu'au sommet (Fig.12C). Le segment apical mesure environ 1/5^{ème} du basal. Il est muni de nombreuses soies. Les dents émoussées forment une touffe au sommet de ce segment (Fig.12D). Le phallus est formé d'une tige terminée par un apex élargi latéralement en deux lobes bien marqués. L'ouverture est dorsale, le bord ventral émet une petite expansion avec deux crêtes (Fig.12E, 12F).

Leptonema sylveri n. sp (Fig.13)

La tête est couverte d'une courte pilosité, brune très claire sur les verrues postantennaires et jaunâtre sur le vertex. Les antennes sont deux fois plus longues que les ailes antérieures. Elles sont jaunes annelées de brun et couvertes de fines soies.

Le mésoscutum est brun, plus ou moins foncé latéralement, le mésoscutellum est jaune. La longueur des ailes antérieures est de 12,15 mm, celle des postérieures est de 9,24 mm. La couleur du fond de l'aile antérieure est jaune délavé. Elles sont parsemées de taches sombres réticulées, bien marquées du côté du ptérostigma et sur la partie subapicale de l'aile.

L'abdomen, jaunâtre, présente des petites taches brunes sur la face dorsale. Les lobes du cinquième sternite abdominal sont petits n'atteignant pas le quart de la largeur de ce segment. Les pattes sont munies de fines soies jaunes. La formule calcarienne est 2/4/4.

Genitalia mâles : le neuvième segment abdominal triangulaire porte une rangée de soies raides et jaunes dont la longueur est deux fois celle des valves du dixième tergite. Le dixième tergite porte deux grosses verrues latérales surmontées de soies fines. En vue dorsale les valves latérales sont grandes au sommet, arrondies et ornées de fortes épines (Fig.13B). En vue latérale, ces valves se tiennent droites. Elles sont moins grandes que les valves médianes; ces dernières étant larges, étalées et présentent une forme caractéristique (Fig.13A). Le segment basal du gonopode est étroit à la base, renflé dans sa moitié supérieure (Fig.13C). Le segment apical se rétrécit au sommet et mesure environ 1/4 du segment basal (Fig.13D). Le gonopode est couvert de fines soies noires de longueur variable. Des dents émoussées sont disposées sur sa moitié apicale interne. L'appareil phallique est constitué d'une tige fine qui s'élargit apicalement; l'apex rond et bulbeux émettant deux lobes latéro-dorsaux. Le méat est large et haut, situé dorsalement (Fig.13E, 13F).

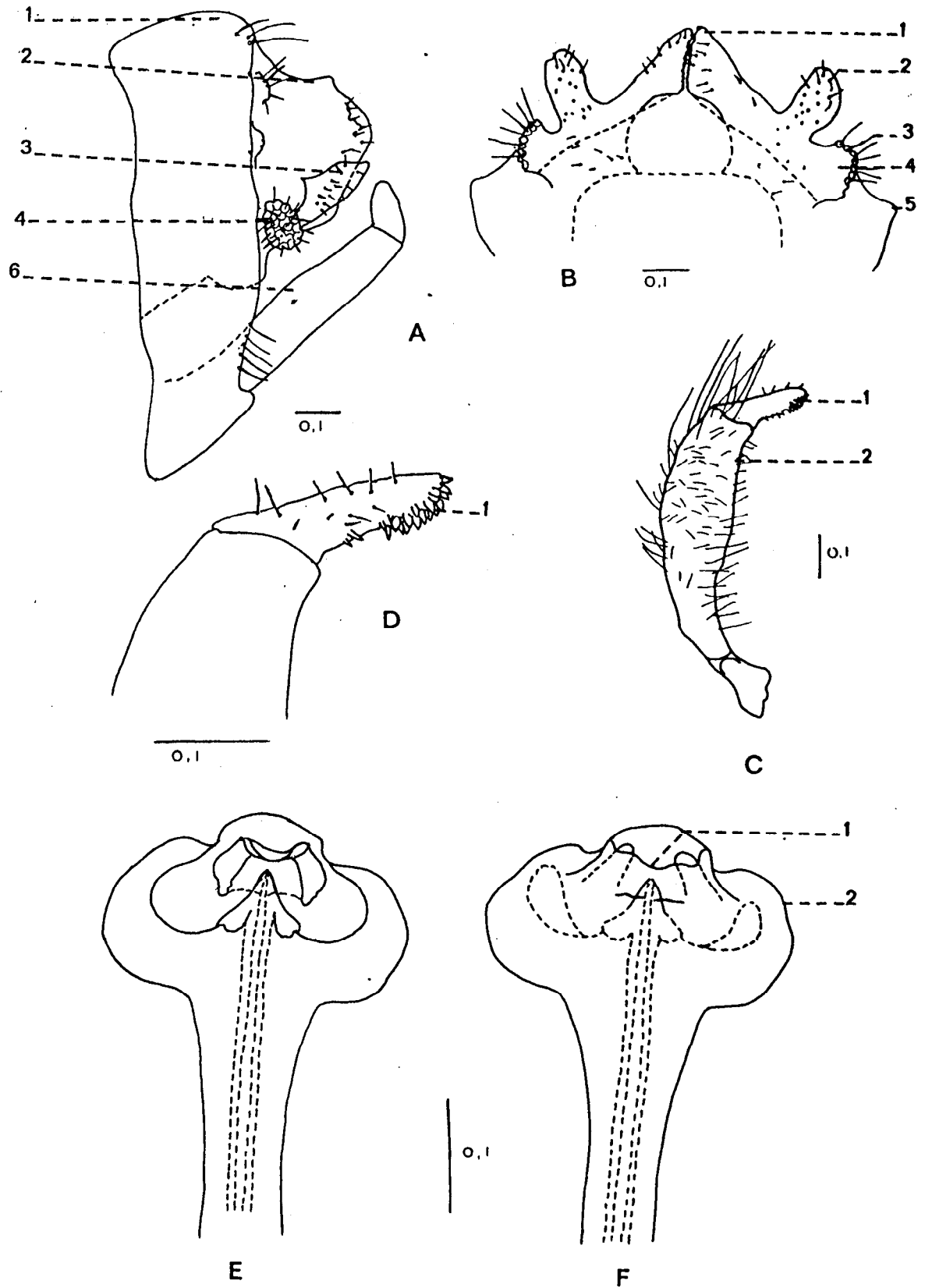


Fig.13 : *Leptonema sylveri* n. sp.: A. Genitalia vue latérale; B. Dixième tergite abdominal; C. Gonopode; D. Segment apical du gonopode; E. Appareil phallique vue ventrale; F. Appareil phallique vue dorsale.

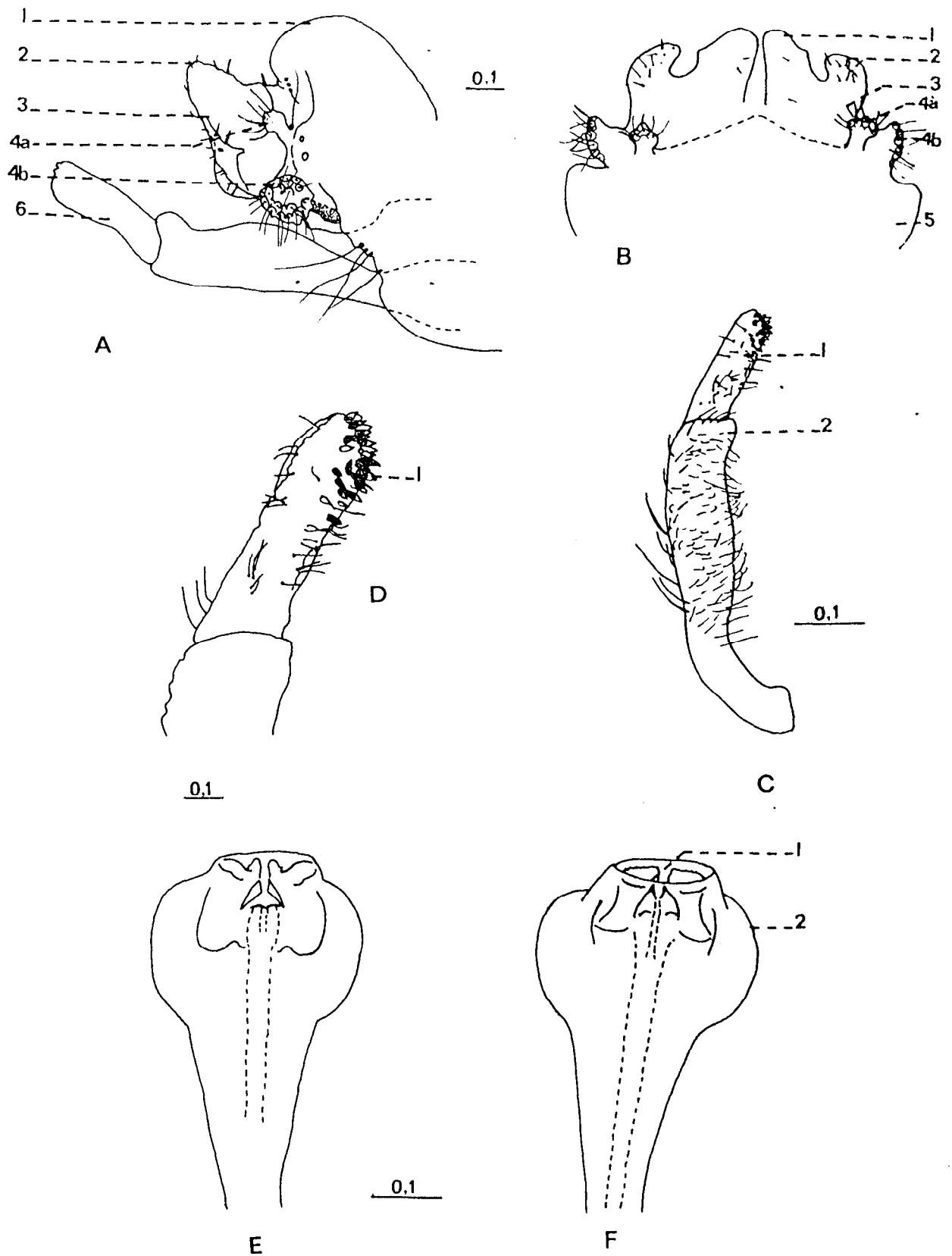


Fig.14 : *Leptonema zahradniki* : A. Genitalia vue latérale; B. Dixième tergite abdominal; C. Gonopode; D. Segment apical du gonopode; E. Appareil phallique vue ventrale; F. Appareil phallique vue dorsale.

Leptonema zahradniki Sykora, 1964(Fig.14)

L'aile antérieure est jaunâtre, pourvue de réticulations brun pâle à l'apex. Cette espèce diffère de toutes les autres espèces de *Leptonema* de Madagascar par la forme caractéristique des genitalia et du dixième tergite (Sykora, 1964).

Genitalia mâles : le dixième tergite est large (vue dorsale). Les deux paires de valves ne sont pas bien séparées, les valves médianes sont plus grandes que les latérales en vue dorsale et sont armées de nombreuses épines courtes (Fig.14B). En vue latérale, les valves latérales se présentent sous forme de gros éperons (Fig.14A). La forme générale du dixième tergite ressemble à celle observée chez *L. milae*. Les deux paires de verrues basales sont de formes différentes : les verrues latérales sont plus grandes que chez toutes les autres espèces malgaches. L'autre paire est allongée et sont couvertes de nombreuses soies. Les gonopodes sont longs, le segment apical mesure environ 1/4 du segment basal, ce dernier est renflé au milieu (Fig.14C, 14D). L'appareil phallique est étroit à la base, s'élargit progressivement, jusqu'à un apex bulbeux très large terminé par un méat également très large (Fig.14E, 14F).

Leptonema madagascariense Ulmer, 1905

On le connaît seulement à partir des descriptions et des dessins faits par Ulmer en 1905. Cette espèce n'a pas été récoltée lors des campagnes d'échantillonnages menées par le LRSAE. Elle est petite, L'aile antérieure mesure 12 mm étant uniformément sombre (Flint et al., 1987).

Leptonema nupharum Flint, Mc Alpine & Ross, 1987

Aucun matériel examiné. Cette espèce n'a pas été récoltée lors des campagnes d'échantillonnages menées par le LRSAE. Elle n'est connue que par la description de Flint et al. (1987). Elle est un peu plus grande que *Leptonema madagascariense* car son aile postérieure mesure 13,5 mm. Elle est légèrement pâle avec des taches brunes, sombres et irrégulières.

b. Clé de détermination spécifique

Pour les espèces du groupe *affine*, la clé est basée sur la littérature (Flint et al. 1987) pour les adultes mâles déjà connus; nous l'avons complété pour les autres espèces.

Quelques espèces sont facilement identifiées à partir des ailes mais l'observation des genitalia est plus sûre et permet d'éviter les confusions.

Seules les quatre espèces du groupe *affine* retrouvées dans la collection étudiée sont incluses dans ces clés, les autres ne seront que citées ultérieurement pour montrer leur distribution géographique.

- 1 - Apex du phallus présentant sur son ouverture dorsale un prolongement membraneux caractéristique *L. milae* Sykora
1 + Apex du phallus dépourvu de prolongement central 2
- 2 - Phallus élargi subapicalement, se rétrécissant rapidement en formant la tige. La valve latérale du dixième tergite est largement confluyente avec la valve médiane *L. madagascariense* Ulmer
2 + Phallus élargi apicalement 3
- 3 - Dixième tergite présente deux paires de verrues 4
- 3 + Dixième tergite ne présente qu'une paire de verrues 5
- 4 - Le segment apical du gonopode mesure environ 2/5 de la longueur du segment basal *L. zahradniki* Sykora
- 4 + Segment apical arrondi, mesurant environ 1/6^{ème} du segment basal le lobe médian ne porte que deux épines *L. displicens* Navàs
- 5 - Lobes du 5^{ème} sternite petits 6
5 + Lobes du 5^{ème} sternite abdominal mesure plus que la moitié de ce sternite 7
- 6 - Segment apical du gonopode aussi étroit latéralement que ventralement et ceci jusqu'à l'apex 8
- 8 - Pénis à apex bulbeux formant deux lobes latéro-dorsaux. Le méat est simple et petit *L. Conicum* Flint et al.
8 + Le segment basal du gonopode est étroit à la base, renflé dans sa moitié supérieure. pénis à apex rond et bulbeux. Le méat est large et haut *L. sylveri* n. Sp.
- 6 + Segment apical du gonopode est large..... 9
- 9 - L'apex du phallus émet une petite projection triangulaire. Les lobes du cinquième sternite mesurent 1/4 de la largeur *L. affine* Ulmer
9 + L'apex du phallus émet une petite projection avec deux crêtes. Les valves latérales sont séparées des verrues par un espace. Les valves médianes sont grosses (vue latérale) *Leptonema* sp. E n. Sp.
- 7 - Segment apical du gonopode compressé postérieurement, le segment basal légèrement renflé dans sa moitié..... *L. nupharum* Flint et al.
7 + Lobe du 5^{ème} sternite allongé et disposé obliquement, mesurant plus de la moitié du sternite; ailes sombres et petites. Gonopode long et fin, le segment apical mesurant 1/4 du segment basal 10
- 10 - Lobes latéraux du 10^{ème} tergite effilés, portant des épines de la base jusqu'à l'extrémité. Le phallus est rétréci jusqu'à l'apex. Entre le lobe médian et le lobe latéral il n'y a pas d'espace libre *Leptonema*. sp. H sp. n.

10 + Lobes latéraux du 10^{ème} tergite arrondis, portant des épines sur le bord antérieur. La tige du phallus est étroite et s'élargit au sommet en un bulbe, il existe un espace libre entre le lobe médiane et le lobe latéral *Leptonema*. sp. Dsp. n.

IV.4.2. Larves

C'est dans ce genre qu'on trouve les plus grosses larves d'Hydropsychidae. L'abdomen est mou, à cuticule couverte de fines soies et de microvillosités.

La tête est de forme variable, plus longue que large. Il n'y a ni aplatissement de la tête, ni de carène latérale comme chez les Hydropsychinae. La face frontale a de nombreuses soies, l'antéclypeus n'a pas de sclérite. L'ornementation du dessus de la tête varie suivant les espèces. Les mandibules sont triangulaires et fortes. Le labre est grand, légèrement protractile, muni de brosses latérales moins denses que celles des *Macrostemum*. La première paire de pattes est dépourvue de soies collectrices. L'abdomen est couvert de fines villosités et de petites papilles coniques.

Le prosternite ne porte pas de branchies, le méso- et le métasternite en portent chacun une paire. Les segments II à VII ont deux paires de branchies en position ventro-latérale. Sur les segments I à VI est disposée en position ventrale, une paire de branchies.

la formule branchiale de toutes les larves de *Leptonema* est la suivante :

Méso	1P		
Méta	1P		
Segment abdominal	ventro-latéral	ventral	latéral
I	1P	1P	-
II	2P*	1P	-
III	2P*	1P	-
IV	2P*	1P	-
V	2P*	1P	-
VI	2P*	1P	-
VII	2P*	-	-
VIII	-	-	-

Méso- : mésothorax

Méta- : métathorax

P* : la branchie a deux tiges bien séparées et une base commune

a. Diagnoses

Ces clés sont basées sur des observations et études faites sur le matériel du LRSAE. On ne prend en compte que les larves matures au stade final et l'on n'identifie qu'au niveau générique. Les clés sont établies sur des caractères facilement reconnaissables tels :

- la coloration et l'ornementation du dessus de la tête;
- la coxa antérieure;
- les microvillosités de l'abdomen;
- les stries stridulatoires.

Leptonema sp. LI (Fig.15)

Leptonema sp. LI constitue la plus grosse espèce de toutes les larves de *Leptonema* récoltées à Madagascar.

La tête est grosse, teintée de brun très sombre, plus large que longue, ne présentant pas de carène. Les yeux noirs sont disposés au milieu d'une aire claire. Une rangée de minuscules spinules est disposée sur le bord des sclérites latéraux et à l'emplacement des yeux. Les stries stridulatoires sont espacées. Le frontoclypeus est orné de deux V irréguliers renversés, de chaque côté de la limite interne. Devant cette ornementation, se trouvent deux taches triangulaires claires munies de petites épines noires. La base du frontoclypeus et chaque sclérite pariétale est parsemé de macules claires (Fig.15A).

Pièces buccales : les mandibules sont grosses et saillantes dentelées de façon plus ou moins régulière, la moitié supérieure étant plus sombre que la moitié inférieure. La mandibule droite porte à l'apex une double pointe apicale. Celle ventrale est plus grosse, suivie d'une dent triangulaire puis d'un gros tubercule à deux crêtes et enfin d'une large base. Sur la mandibule gauche, après la double pointe apicale se trouvent deux dents arrondies de tailles égales, suivies d'une grosse dent. Ces mandibules sont ornées latéralement par des rangées de soies. Le submentum est plus large que haut avec quelques soies sur sa face ventrale (Fig.15B). Le labre est large, rétractile, brun sombre et muni de nombreuses soies.

Thorax et abdomen : les trois segments thoraciques sont bruns très sombres avec quelques soies sombres. Les parties dorsale, ventrale et latérale des segments abdominaux portent des microvillosités. Les papilles abdominales sont allongées (Fig.15D). Les soies de la coxa antérieure sont effilées et de taille variée (Fig.15C).

Leptonema sp. LII (Fig.16)

Espèce de taille moyenne. La tête est plus haute que large, les bords latéraux sont parallèles. La tête est uniformément brun clair sur la face dorsale, présentant deux petites taches claires sur la partie moyenne du frontoclypeus. De nombreuses petites soies noires se trouvent au niveau de l'emplacement des yeux. Le bord antérieur du frontoclypeus est plutôt régulier avec deux tubercules de chaque côté séparés par une partie crénelée. Le bord antérieur latéral de la tête est munie de soies minuscules et fines (Fig.16A).

Pièces buccales : les mandibules sont fortes et portent une dentition irrégulière ainsi que des soies sur le bord externe. La mandibule gauche possède une double dent apicale, une dent simple suivie d'une très petite dent arrondie et enfin d'une

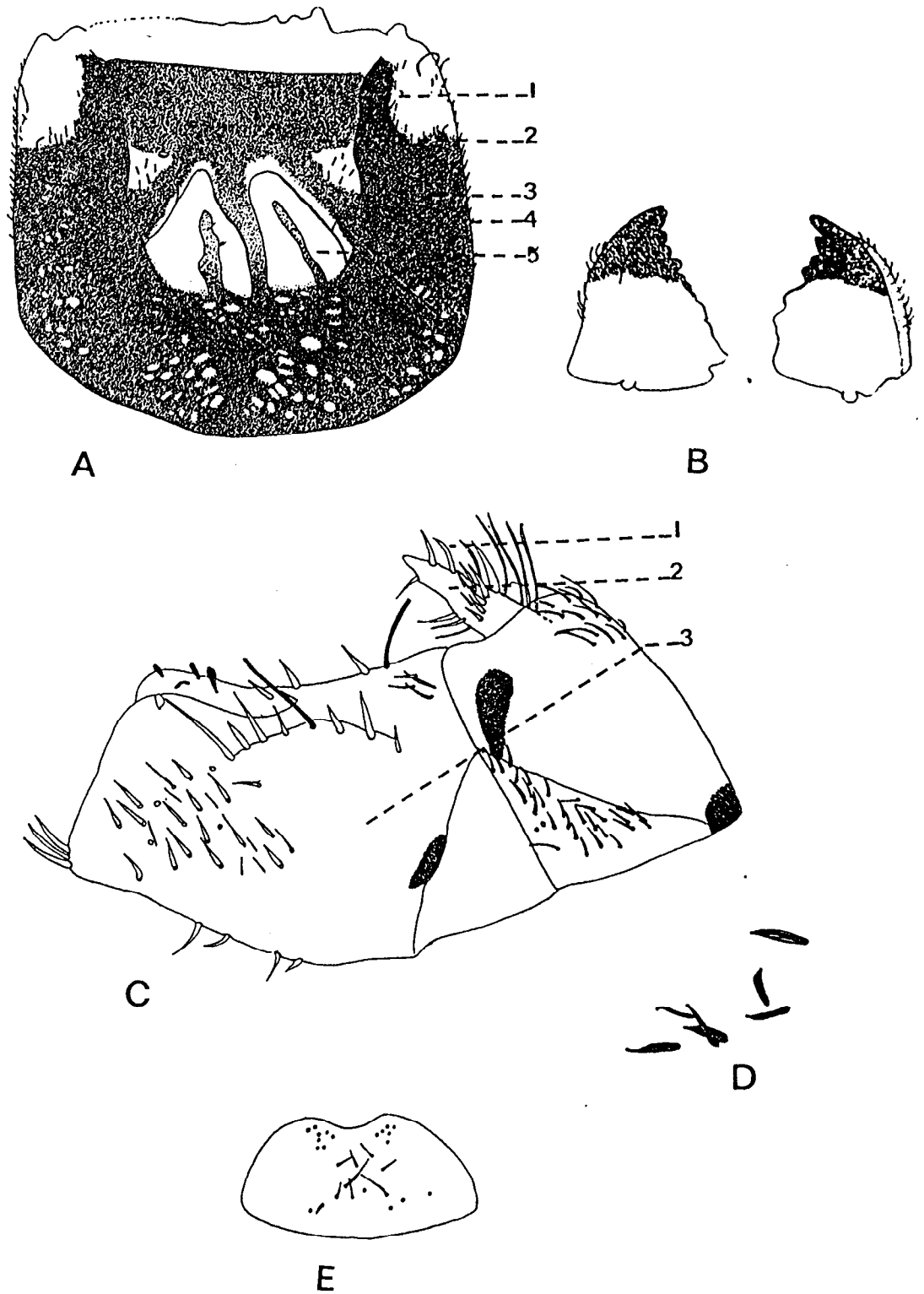


Fig.15 : *Leptonema* sp. L1 larve : A. Tête vue dorsale : 1. Ligne de suture du frontoclypéus, 2. Frontoclypéus, 3. Sclérite pariétal, 4 spinules, 5. ornementation; B. Mandibules gauche et droite; C. Coxa antérieure : 1. Soie, 2. Pré-episternum, 3. coxa; D. Microvillosité abdominale; E. Submentum.

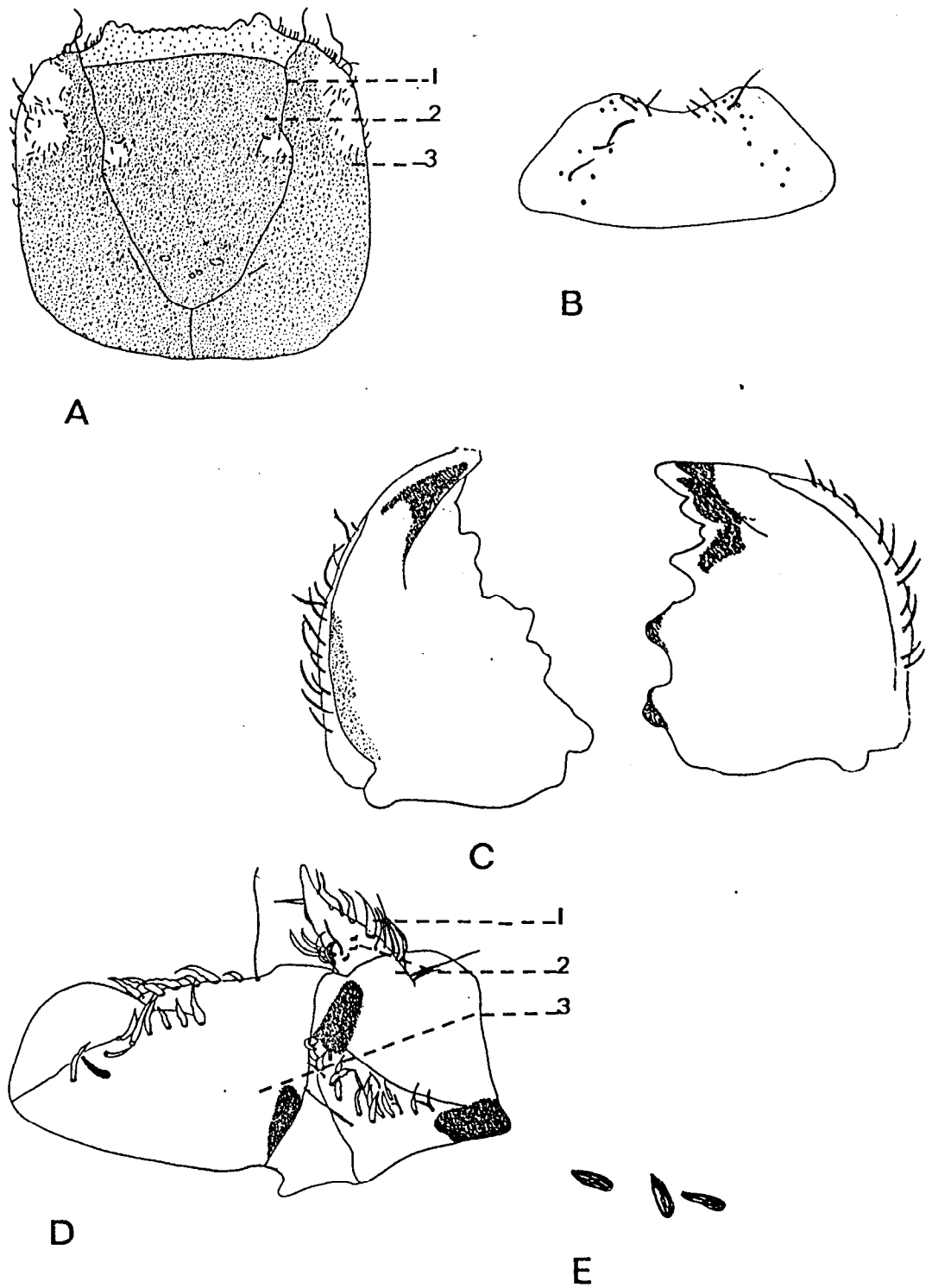


Fig.16 : *Leptonema* sp. LII larve : A. Tête vue dorsale; B. Submentum; C. Mandibules gauche et droite; D.Coxa antérieure; E. Microvillosités abdominales.

grosse dent terminée par une pointe aiguë. Une large dépression sépare cette dernière du premier tubercule, une seconde sépare les deux tubercules. La mandibule gauche est tellement irrégulière qu'il est difficile de compter les dents (Fig.16C). Le submentum est plus large, muni de nombreuses soies disposées latéralement (Fig.16B).

Thorax et abdomen : les trois tergites thoraciques sont jaunes avec des taches brunes. Les papilles abdominales sont allongées (Fig.16E). Des soies ondulées ornent la marge antérieure de la coxa (Fig.16D).

Leptonema sp. LIII (Fig.17)

C'est une espèce de petite taille, la tête présente un faciès de type "Hydropsychinae". La couleur et le dessin de la tête sont caractéristiques : le frontoclypeus présente à sa base une partie brune très sombre, suivie d'une partie très claire centrale; le reste étant brun. Les bords latéraux de la tête sont parallèles et portent des minuscules soies (Fig.17A). La limite antérieure du frontoclypeus est crénelée et irrégulière. Les stries stridulantes sont moins espacées que chez l'espèce précédente.

Pièces buccales : la mandibule gauche présente quatre dents normales suivies de quatre tubercules arrondies. La mandibule droite présente deux dents apicales, séparées de la quatrième dent plus grosse par une petite dent arrondie. Une cinquième dent plus petite et deux tubercules s'ensuivent (Fig.17B).

Thorax et abdomen : l'abdomen est couvert de soies serrées. Les papilles abdominales sont coniques et larges au sommet (Fig.17D). Le bord proximal de l'épisternum est arrondi et possède une protubérance. La coxa antérieure porte de grandes soies effilées (Fig.17C).

Leptonema sp. LIV (Fig.18)

Cette espèce est de petite taille. De nombreuses soies courtes sont disposées sur la partie moyenne du frontoclypeus. De courtes soies se trouvent sur les sclérites pariétaux. Le bord antérieur de l'antéclypeus est crénelé et régulier, ne possédant aucun sclérite. La tête est brune, avec à la base du frontoclypeus et à la limite latérale de la tête, une partie très foncée et quelques taches claires (Fig.18A).

Pièces buccales : les mandibules sont fortes. Celle de gauche a deux dents apicales suivies d'une grosse dent allongée au bord arrondi. Trois dents subégales s'ensuivent. Celle de droite a une double pointe apicale suivie de trois dents subégales (Fig.18B). Comme chez les autres espèces le labre est rétractile et sclérifié, orné de nombreuses soies.

Thorax et abdomen : les papilles abdominales sont larges au sommet (Fig.18D). Il y a peu de fortes soies sur la marge antérieure de la coxa (Fig.18C).

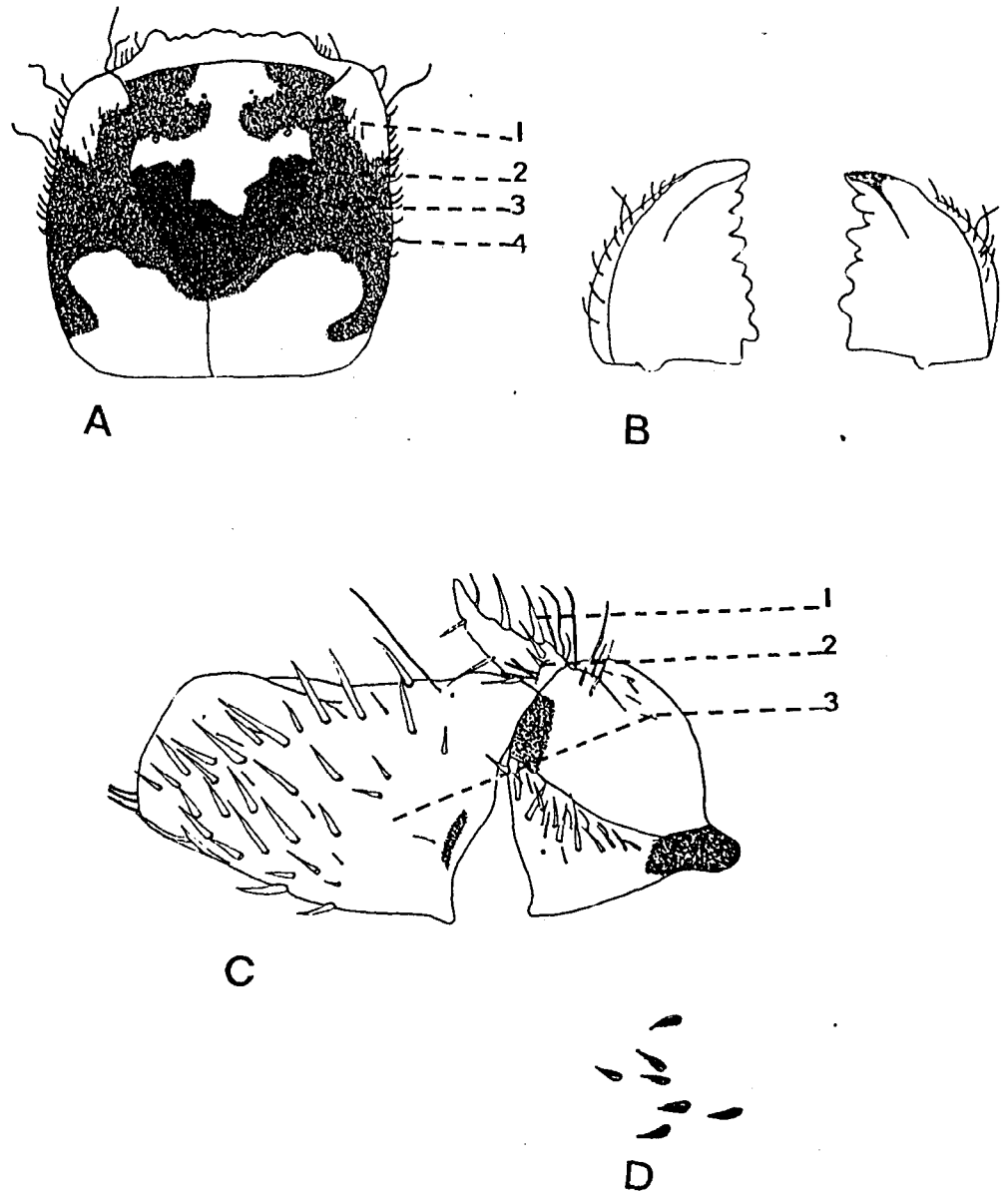


Fig.17 : *Leptonema* sp. LIII larve : A. Tête vue dorsale; B. Mandibules gauche et droite; C. Coxa antérieure; D. Microvillosité abdominales.

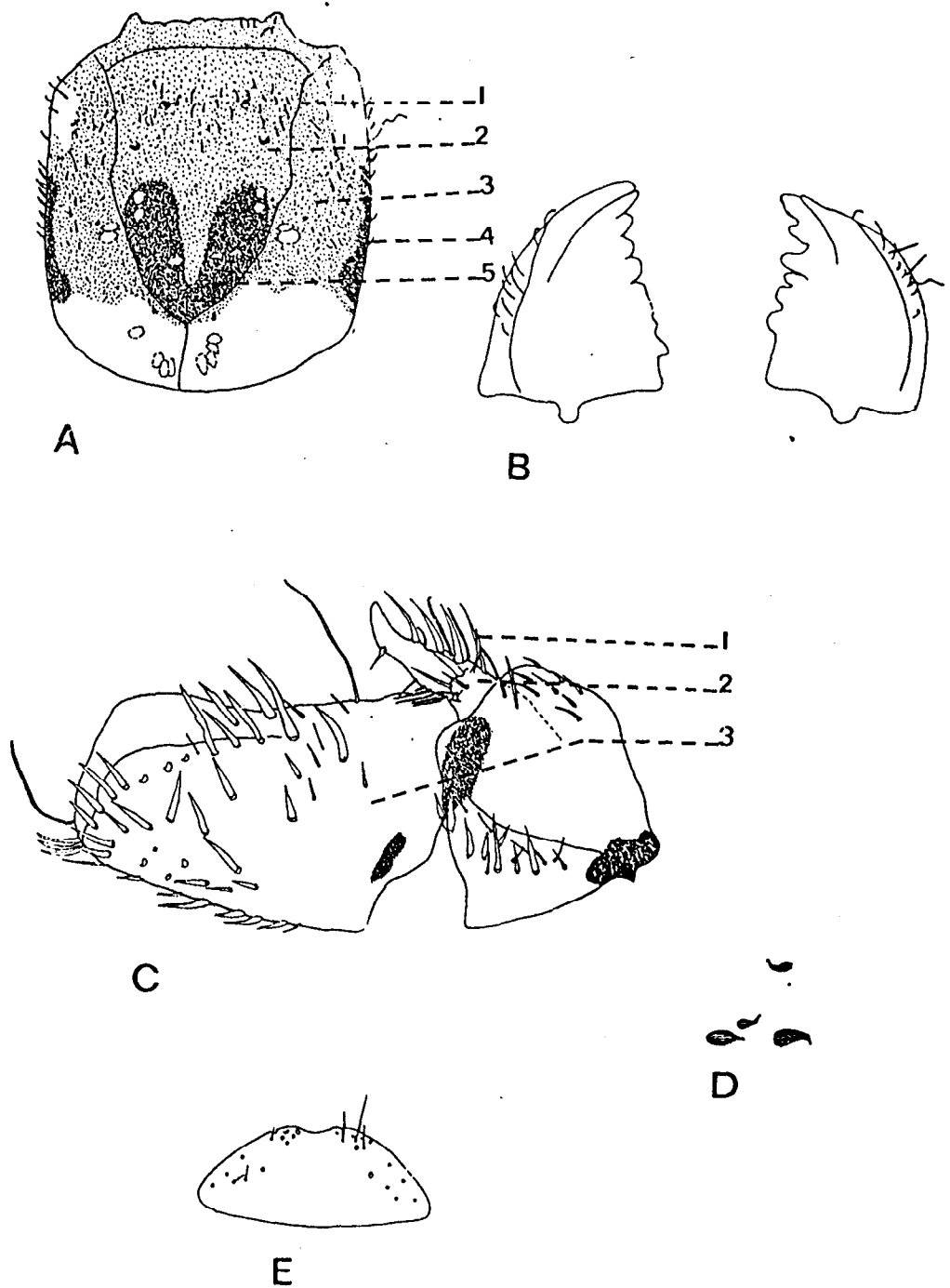


Fig. 18 : *Leptonema* sp. LIV larve : A. Tête vue dorsale; B. Mandibules gauche et droite; C. Coxa antérieure; D. Microvillosité abdominales, E. submentum

b. Clés de détermination des larves de *Leptonema*

1 - Très grosse larve, ornementation caractéristique en deux V renversés sur le frontoclypeus (fig.), papilles abdominales allongées. Stries stridulatoires espacées *Leptonema* sp LI

1 + Taille moyenne ou petite, tête ne présente pas d'ornementation en V 2

2 - Couleur de la tête uniformément brune avec deux petites taches claires sur la partie moyenne du frontoclypeus, nombreuses petites soies noires sur l'emplacement des yeux, soies de la coxa antérieure plus ou moins ondulées, les trois tergites thoraciques jaunes avec des taches brunes *Leptonema* sp LII

2 + Couleur de la tête présentant des dessins par taches 3

3 - Couleur de la tête caractéristique (fig.), le frontoclypeus présentant à sa base une partie très sombre brun très foncé, une partie très claire au milieu et le reste brun. Bord proximal de l'épisternum arrondi. Papille abdominale large au sommet, stries stridulantes peu espacées *Leptonema* sp LIII

3 + tête brune avec une partie très foncée et quelques taches claires à la base du frontoclypeus. De nombreux soies courtes disposées sur la partie antérieure du frontoclypeus. Papilles abdominales larges au sommet. Peu de fortes soies sur la marge antérieure de la coxa *Leptonema*. sp LIV

IV.5. Genre *Macrostemum* Kolenati 1859

IV.5.1 Adultes

Le genre *Macrostemum* est bien représenté en Afrique tropicale et comprend de nombreuses espèces. Il est largement distribué à Madagascar.

Le dessin de l'aile est utilisé pour distinguer les espèces.

Les antennes sont longues. Les palpes maxillaires ont le deuxième article plus court que le troisième. La formule calcarienne est d'habitude 2/4/4 quelque fois 1/4/4.

Les ailes antérieures sont velues et de coloration vive, le fond est souvent jaune. Elles sont plus ou moins ovales, allongées et arrondies au sommet. La cellule médiane est plus large que la cellule discoïdale. Les nervures radiale et médiane sont reliées par une nervule. Les furcas 1 à 5 sont présentes, la 5 est sessile.

Les ailes postérieures sont souvent jaunes pâles, les cellules médiane et discoïdale sont absentes. Les furcas 2, 3, 5 sont visibles; la 2 est sessile et plus longue que la 5. On note la présence de filaments de part et d'autre du 5^{ème} sternite abdominal.

Genitalia mâles : le 9^{ème} sternite est bordé de soies. Le 10^{ème} est divisé en deux valves latérales foliacées. Le gonopode est long, formé de deux articles dont la partie distale est plus longue que la partie basale. L'appareil phallique est de forme variée. Sa structure interne est utilisée pour l'identification des espèces.

Du fait du grand nombre d'espèces de *Macrostemum*, seules leurs distributions seront étudiées dans cet ouvrage, les descriptions morphologiques seront faites ultérieurement.

IV.5.2 Larves

La tête est large, presque circulaire. On observe un aplatissement de la partie antérieure dorsale qui ressemble à celle des *Amphipsyche*, mais la carène en fer à cheval passe en avant du sommet du clypeus, laissant un petit triangle à l'extérieur de la zone aplatie. L'antéclypeus possède une paire de sclérites. La face ventrale de la tête présente une zone stridulatoire. Les mandibules sont fortes et saillantes; le labre est brun, large, rétractile, sclérotisé muni latéralement d'une membrane supportant une large brosse de soies.

Le pré-épisternum est simple. Le tarse et le tibia de la première paire de pattes thoraciques sont extérieurement bordés de longues soies collectrices. Sur la face postérieure de cette patte se trouve une petite expansion formant le racloir. Les deux autres paires de pattes portent des soies courtes. Le pronotum est dépourvu de branchies. Le mésonotum en porte une paire et le métanotum en porte deux contrairement au genre *Leptonema*. Les segments abdominaux II et III ont six rangées de branchies, ce nombre est réduit chez les autres segments. Le segment IX ne porte pas de branchies, il est couvert d'une multitude de soies de longueur variable. Le prolongement anal est terminé par des crochets courbés.

Le nombre et la position des branchies sont consignés dans le tableau suivant :

Segments				
Mésothorax	1P			
Métathorax	2P			
Abdomen	pré	post	ventro-latéral	ventral
I	-	-	2P	1P
II	2P	1P	2P	1P
III	2P	1P	2P	1P
IV	-	1P	2P	1P
V	-	1P	2P	1P
VI	-	1P	1P	1P
VII	-	1P	1P	-
VIII	-	-	-	-

P : paire
 pré- : présegmentales
 post- : postsegmentales

Les larves sont étudiées pour la première fois mais les correspondances larves - adultes sont encore inconnues.

a. Descriptions

Ces descriptions s'appliquent aux larves matures.

Macrostemum sp. LI. (Fig.19)

La larve de cette espèce de *Macrostemum* a la forme générale des larves d'Hydropsychidae. L'abdomen est mou à cuticule couverte de minuscules soies et spinules. La forme de la tête est typique des larves de Macronematinae avec un aplatissement dorso-ventral ponctué. La tête est aussi large que longue : longueur / largeur = 1. Elle est colorée en brun plutôt rouge avec des rangées de longues soies raides sur chaque sclérite pariétal bordant extérieurement la carène, le bord interne de la carène ainsi que la partie montrant l'emplacement des yeux sont clairs. L'antéclypeus possède une paire de sclérites. Les yeux sont petits et placés près de la carène sur une aire claire (Fig.19A).

Pièces buccales : les mandibules sont saillantes, celle de droite porte en arrière de la double pointe apicale (deux sommets superposés) une grosse dent forte, large, arrondie suivie d'une profonde dépression, et enfin un tubercule avec une large base. La mandibule de gauche porte une double dent apicale, puis deux dents plus ou moins émoussées suivie d'une dépression, une dent à deux tubercules et finalement un fort élargissement basal (Fig.19B). Le submentum est large à la base, étroit au sommet avec quelques soies noires (Fig.19C).

Macrostemum sp. LII (Fig.20)

C'est une grande larve ayant l'aspect de toutes les larves de Macronematinae avec les trois segments thoraciques sclérifiés. L'abdomen mou et courbé est abrité dans un fourreau de soies agglomérant de petits graviers.

La tête est plus longue que large : longueur / largeur > 1. Le dessus de la tête est très sombre, plus ou moins noir, sauf à l'emplacement des yeux. Il y a deux macules claires à la base du frontoclypeus. La sclérite pariétal de chaque côté de la carène porte quelques soies noires. L'antéclypeus possède une paire de sclérites (Fig.20A)

Pièces buccales : les larves présentent une mandibule droite qui porte de l'apex à la base une double dent suivie de deux dents de tailles inégales après une large dépression, un gros tubercule à deux crêtes, enfin une base large. La mandibule gauche possède quatre dents subégales suivies d'un gros tubercule arrondi (Fig.20B). Le submentum est haut et large à la base. Il présente une dépression peu profonde au sommet et quelques soies en position latérale par rapport à cette dépression. A la base se trouve une tache ronde sombre en forme de fer à cheval plein (Fig.20C).

Le pré-épisternum est petit et pointu avec quelques soies courtes. Les pattes sont fortes, et brun clair (Fig.20F).

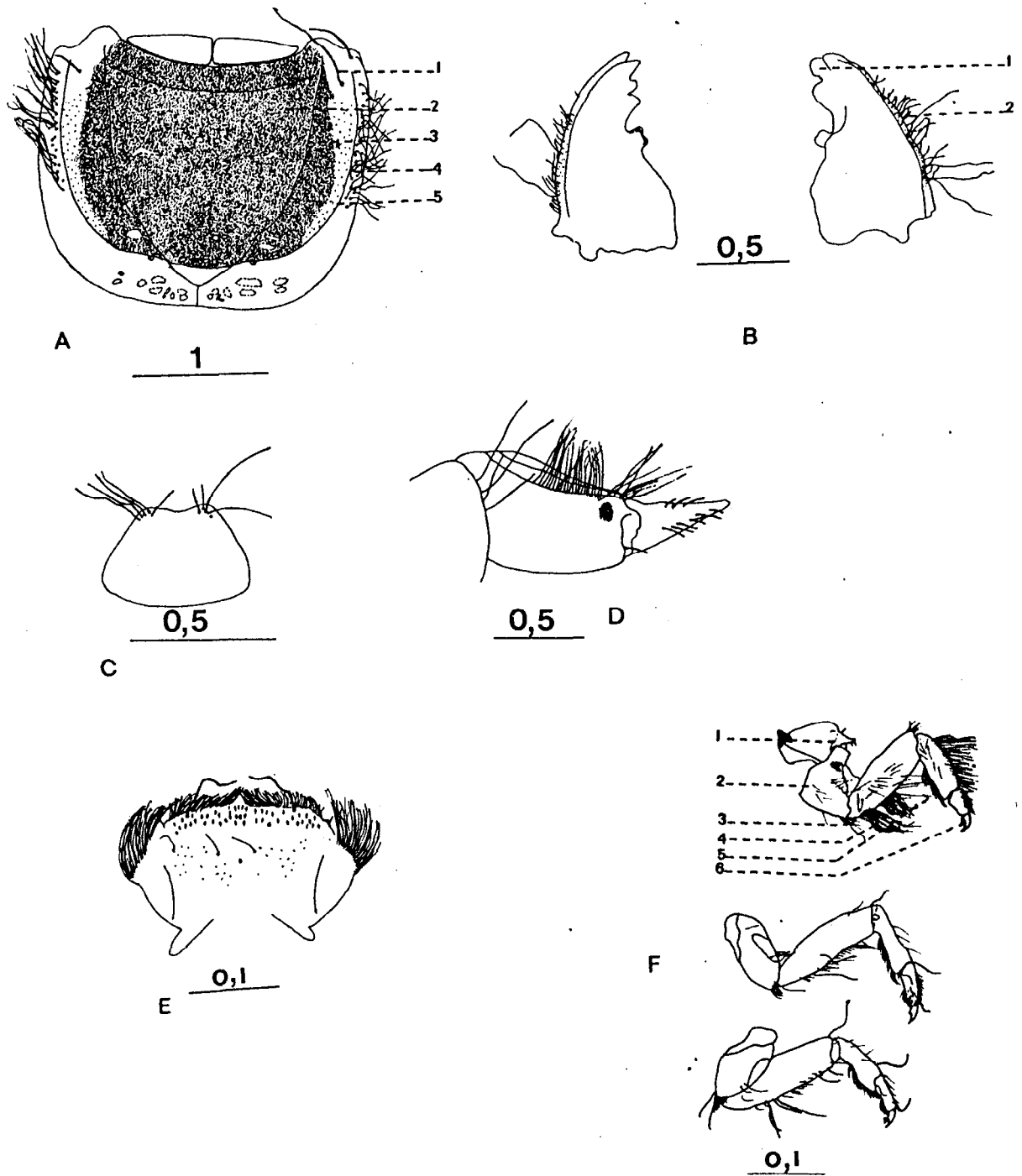


Fig.19 : *Macrostemum* sp. L1 larve : A. Tête vue dorsale : 1.soie, 2. Frontoclypéus, 3. Ligne de suture du frontoclypéus, 4. Carène, 5. Sclérite pariétal; B. Mandibules gauche et droite : 1. Dent, 2. soies; C.Submentum; D. Labre; E. Crochet anal; F. Pattes prothoracique : 1. Pré-episternum, 2. Coxa, 3. Fémur, 4. Soies collectrices, 5. Tibia, 6. griffes, mésothoracique, métathoracique.

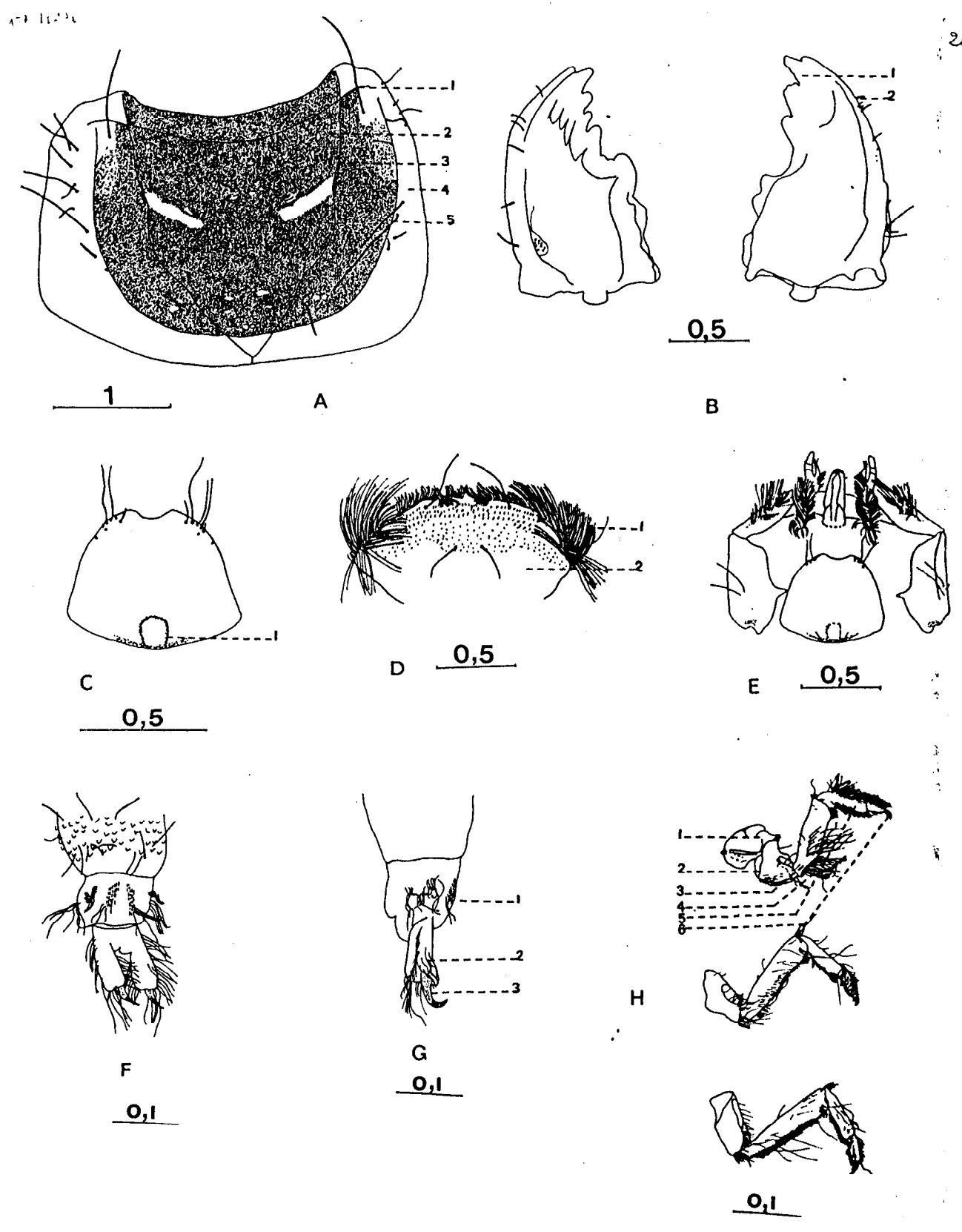


Fig.20 : *Macrostemum* sp. LII : A. Tête vue dorsale; B. Mandibules gauche et droite; C. Submentum : 1. ornementation; D. Labre : 1. Soies, 2. Labre, 3. antéclypéus; E. Crochet anal : 1. 9ème segment abdominal, 2. Prolongement anal, 3. crochet; F. Pattes prothoracique, mésothoracique, métathoracique.

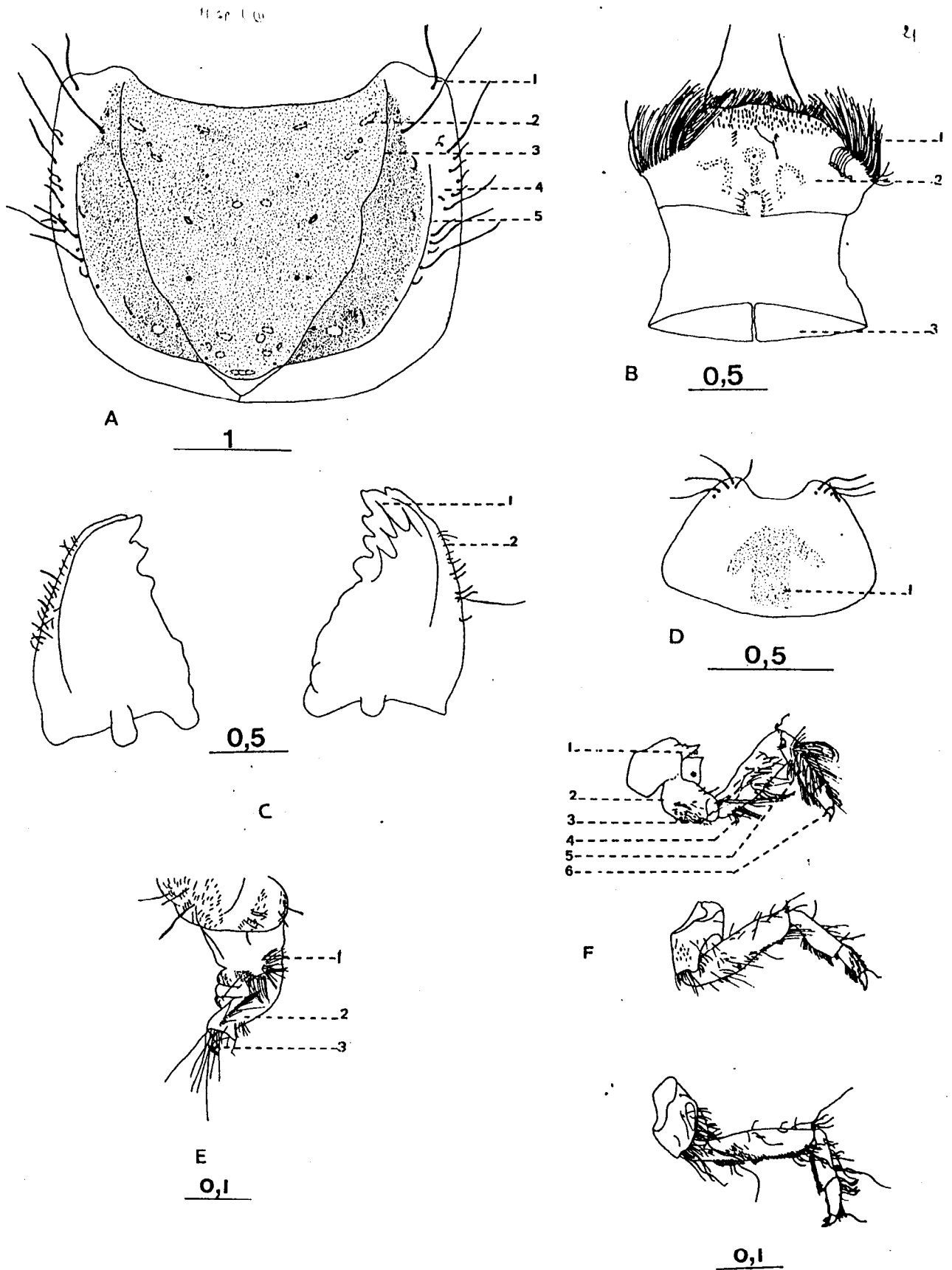


Fig.21 : *Macrostemum* sp. LIII larve : A. Tête vue dorsale; B. Mandibules gauche et droite; C. Submentum : 1. ornementation; D. Labre; E. Crochet anal; F. Pattes prothoracique, mésothoracique, métathoracique.

Macrostemum sp. LIII (Fig.21)

Larve de taille moyenne.

La tête est plus large que longue : longueur / largeur < 1. Le dessus de la tête est brun, avec quelques petites macules claires disposées plus ou moins symétriquement par rapport à la ligne médiane sur le frontoclypeus. Le bord intérieur de la carène ainsi que l'emplacement des yeux sont clairs. Les sclérites pariétaux portent des soies en position irrégulière. L'antéclypeus possède une paire de sclérites (Fig.21A).

Pièces buccales : les mandibules sont fortes, celle de droite a la double pointe apicale suivie d'une dent plus ou moins émoussée, une petite dépression et finalement une dent arrondie une base large. Celle de gauche possède une double pointe apicale ensuite deux dents subégales suivies de grosse dent terminée par une large base. Ces mandibules sont munies de quelques soies sur leurs bords externes (Fig.21C). Le labre est typique du genre. Il est rétractile, sclérifié, se posant sur les sclérites du frontoclypeus (Fig.21B). Le submentum est plus large concave au sommet avec un nombre constant de soies sur les deux bords antérieurs. Un dessin caractéristique orne le milieu de cet organe (fig.21D)

Thorax et abdomen : Comme ceux de *Macrostemum* sp. LI et sp. LII, les segments thoraciques et abdominaux portent des branchies ramifiées. Le segment anal est court (Fig.21E). On y trouve une paire de grands sclérites ventro-latéraux bordés de soies noires fines. Les pattes sont fortes et de teinte brune (Fig.21F).

b. Clés de détermination

Les clés sont basées sur la taille, la couleur de la tête et la forme du submentum.

1- Grande taille, tête grosse et de teinte brun clair. Submentum très haut et étroit au sommet, présentant une tache en forme de fer à cheval à la base
..... *Macrostemum* sp. LII.

1+Espèce de taille moyenne ou petite 2

2- Tête moyenne et teintée de brun-rouge, munie de rangées de soies sur les sclérites latéraux. Submentum aussi haut que large, ne présentant aucune tache
..... *Macrostemum* sp. LI.

2+ Tête moyenne teintée en brun plutôt foncé. Submentum large à la base et étroit au sommet avec une ornementation caractéristique (fig.21C)
..... *Macrostemum* sp. LIII.

IV. 3. Conclusion sur l'étude systématique

La coloration des ailes ainsi que celle du corps n'est pas prise en considération dans la classification car ce ne sont pas des caractères stables et formels (Statzner et al 1984) correspondant à une variation phénotypique. Ainsi deux individus de

coloration différente possèdent des genitalia qui se ressemblent. L'étude de la morphologie des genitalia s'avère donc indispensable.

Le cas de l'espèce *M. scriptum* est édifiant; dans le Sud l'espèce est sombre et dans le reste de l'île elle est de teinte claire. Il en est de même pour le *L. displicens* chez lequel une différence notable réside également au niveau de la coloration : les échantillons venant de l'Ankaratra sont très sombres par rapport à ceux d'autres régions

Une différence de couleur est aussi observable vis-à-vis du biome; les espèces de savanes sont généralement claires plus que les espèces de forêt.

Les *L. affine* et *L. displicens* ont la même couleur et la même ornementation alaire; la taille diffère peu. On a tendance à les confondre mais en étudiant minutieusement les genitalia de plusieurs spécimens, on a découvert que ces deux espèces affines sont vraiment différentes. Les caractères étudiés sur les genitalia restent constants d'un spécimen à l'autre. Une variation morphologique due à l'écologie est à écarter car ces deux espèces sont parfois sympatriques.

La variation de taille d'une espèce venant d'une région par rapport à une autre région ne peut pas être considérée comme un critère de classification. Ceci est d'autant plus vrai que l'espèce est ubiquiste. Les variations de tailles sont imputables à l'alimentation ou aux facteurs du milieu.

En ce qui concerne les larves, l'ornementation de la tête constitue le caractère le plus évident pour différencier les espèces entre elles. La dentition des mandibules ne peut être prise en premier critère car il faut tenir compte de l'usure éventuelle (dents émoussées).

V. ETUDE ECOLOGIQUE ET BIOGEOGRAPHIQUE

V.1. Rappels des caractéristiques de l'île

V.1.1. Situation géographique de l'île

L'île de Madagascar, d'une superficie voisine de 590.000 km² s'étend sur une longueur de 1.600km, suivant une orientation générale NNE - SSW entre 11°57' de latitude Nord et 25°39' de latitude sud et à une largeur de 570 km environ entre 43°20' et 50°30' de longitude est.

L'île est traversée par le tropique du Capricorne au niveau de la ville de Toliara. Elle est donc située majoritairement dans la zone intertropicale. L'influence de plusieurs facteurs : relief, altitude, régime des vents, couverture végétale, crée des régimes climatiques, pluviométriques et hydrologiques complexes et diversifiés.

V.1.2. Climat et couverture végétale

La connaissance de l'altitude, du relief et de la pluviosité sont essentiels pour expliquer la différence des conditions climatiques.

Les variations pluviométriques d'Est en Ouest sont dues aux faits orogéniques sur lesquels s'ajoute sur le versant ouest et les hautes terres, l'influence des flux de Nord-ouest et des alizés. Le versant oriental reçoit plus de 1600 mm de pluie du fait de son exposition à l'alizé, le Nord-ouest exposé à la mousson, reçoit aussi plus de 1600 mm. Les hautes terres et l'Ouest se situent entre les isohyètes 1600 mm et 800 mm. La pluviosité diminue progressivement vers le Sud-ouest jusqu'à une frange semi-aride recevant moins de 500 mm (Battistini 1996).

La température à Madagascar est soumise à des influences très diverses, mais l'altitude constitue le facteur prépondérant. La combinaison de la pluviométrie et la température permet de diviser l'île en cinq régions climatiques (tableau III).

Tableau III : Les cinq régions climatiques et les biomes correspondants :

	EST	PLATEAU	OUEST	NORD-OUEST	SUD
Température annuelle (°C)	24	18 à 22	Sud : 24 Nord : 27	26	24
Hauteur annuelle de pluie (mm)	2500	1000	Sud : 350 Nord : 1500	2000 à 2500	350 à 750

Biome	-Forêt ombrophile à l'Est de la grande forêt -Formation dégradée "Savoka" -Pseudo-steppes : savanes et prairies entre Tolagnaro et Mananjary	-Savoka moins étendu -pseudo-steppes : savanes et prairies -Petit lambeau de forêt à feuilles persistantes à la montagne d'Ambre	-Relique de forêt sèche tropicale, caducifoliée dense -Savane arbustive peuplée de quelques espèces dérivées de la forêt sèche	-Forêt dense ombrophile à feuilles persistantes	Bush xérophytique à arbres rabougris comme les Didieracées à espèces charnues.
-------	--	--	---	---	--

V.1.3. Hydrologie

Les zones humides continentales sont divisées en deux grandes catégories fondamentales :

- les milieux lotiques correspondants aux eaux courantes : rus, ruisselets, ruisseaux, rivières, fleuves;
- les milieux stagnants ou lenticules variés : lacs, marécages, marais, tourbières, fagnes qui sont exclus de cette étude.

Madagascar offre des hydrosystèmes et écosystèmes variés du fait de son relief et de ses régimes pluviométriques contrastés. L'île présente une dissymétrie : le versant occidental s'étale doucement vers le canal du Mozambique, tandis que le versant oriental présente une pente forte. En conséquence, les fleuves les plus longs sont ceux du versant ouest tandis que ceux du versant oriental sont courts et à profil accentué (Chaperon et al. 1993).

Les grands bassins sont situés sur la côte ouest et coulent majoritairement en zone de savane, tandis que ceux de la côte est coulent en zone forestière et offrent des zones potamiques courtes. Le réseau hydrographique est divisé naturellement en cinq versants d'importances inégales (Chaperon et al. 1993):

. les versants de la montagne d'Ambre

Ces versants couvrent à peine 1,8 % de la surface de l'île. Les bassins sont étroits et allongés. Les principales rivières sont l'Irodo, la Saharenana et la Besokatra;

. les versants du Tsaratanana

Le massif du Tsaratanana par son relief très accidenté donne naissance à des rivières à profils en long très caractéristiques. Les pentes sont fortes dans la partie supérieure mais s'atténuent brutalement au contact des formations sédimentaires et durant la traversée des plaines littorales (versant oriental et occidental). Il forme environ 3,3 % de la superficie de l'île. Les principales

rivières sont la Mahavavy, le Sambirano, le Maevarano, la Bemarivo et la Lokoho qui draine la cuvette cultivée de l'Ankaibe après avoir longé le flanc sud du massif de Marojejy, avant de rejoindre l'Océan Indien;

. le versant est

Il couvre 25,5 % de la surface de Madagascar, s'étendant sur plus de 1200 km, de Tôlagnaro à Antalaha. Les bassins sont courts et pentus et coulent en zone forestière avec une zone potamique courte. Les cours d'eau ont des longueurs assez faibles, présentant parfois quelques biefs calmes séparés par des rapides. Le réseau hydrographique est très complexe et présente un chevelu très dense. Les principaux bassins et rivières sont l'Ivondro, le Rianila, le Mananjary, le Mangoro, le Namorona, le Faraony, la Matitanana, la Manampatrana, la Mananara sud, enfin la Manampanihy;

. le versant ouest

C'est le plus étendu et le plus développé, il couvre près de 61,3 % de la surface de l'île. Les plus grands bassins s'y trouvent et coulent majoritairement en zone de savane ou de forêt sèche. Les petites rivières dont les bassins versants sont inférieurs à un millier de km² sont tarées du mois d'avril au mois de novembre. Les principaux cours d'eau sont les grands fleuves qui débordent sur les hauts plateaux. Du Nord au Sud ce sont l'ensemble Betsiboka Mahajamba Kamoro qui constitue le deuxième bassin fluvial malgache, la Mahavavy du Sud, la Tsiribihina qui constitue le troisième fleuve malgache. Le Mangoky qui est le premier fleuve de Madagascar et enfin l'Onilahy.

Les petits fleuves côtiers qui s'imbriquent dans les espaces compris entre les grands bassins et dont les sources se situent sur la bordure occidentale des hauts plateaux sont l'Ankofia, la Tsinjomorona, la Sambao, la Manambaho, la Morondava, la Maharivo et le Fiherenana;

. le versant méridional

Il couvre environ 8,2 % de l'île, regroupe les cours d'eau issus de l'extrémité sud. Le Mandrare présente une forme circulaire caractéristique, il prend naissance près du pic de Trafonaomby (Réserve d'Andohahela) vers 1800 m d'altitude et constitue la seule rivière dont le profil en long est régulier et voisin du profil d'équilibre. Les autres fleuves du versant méridional sont Manambovo, la Menarandra et enfin la Linta.

V. 2. Problématique

La richesse du milieu physique de l'île due principalement à de nombreux facteurs tels le relief, l'exposition des versants, les régimes pluviométriques ainsi que les conditions climatiques, influence les réseaux hydrographiques en créant ainsi de nombreux habitats importants et stables. Une grande diversité de faune aquatique largement endémique est fortement influencée par ces régimes hydrologiques ce qui se traduit par des régions biogéographiques (Elouard 1996).

Chez les Macronematinae, ces influences se traduisent par une distribution suivant les paramètres (biomes, tailles des cours d'eau, température, altitude...)

engendrés par ces conditions. Une variété de répartition est trouvée chez les espèces de cette sous-famille (Annexe 2).

La distribution des espèces de Macronematinae à Madagascar est mal connue. C'est une lacune qui nous laisse supposer que des espèces ont pu disparaître après dégradation du milieu naturel, il est donc nécessaire d'étudier la répartition géographique des espèces.

V.3. Distribution

Le genre *Macrostemum* est abondant et largement répandu, du Nord au Sud et de la savane originelle de l'Ouest aux forêts primaires voire dégradées de l'Est. Certains genres comme *Aethaloptera* et *Polymorphanisus* ont des répartitions restreintes. Les *Leptonema* sont en général inféodés aux petites rivières de forêts. A l'Ouest et sur les hautes terres centrales on ne rencontre pas de *Leptonema* sauf sur les petits affluents de hautes altitudes.

Aethaloptera (Carte.2; annexe 2)

Le genre *Aethaloptera* est rare et possède une répartition restreinte. Il se cantonne dans la forêt sèche de basse altitude (40 à 390 m) de l'Ouest (Ambohimanatrika). Il supporte des turbidités et des températures élevées des cours inférieurs du bassin de la Betsiboka (Kamoro).

Polymorphanisus (Carte.4; annexe 2)

Polymorphanisus guttatus est aussi rare que les *Aethaloptera*. C'est une espèce de petite rivière localisée dans la forêt dégradée de l'Est (Andasibe, route de Lakato) et dans la forêt humide d'altitude à Andohahela.

Amphipsyche (Carte.3, Fig.22)

Amphipsyche senegalensis est une espèce potamique de plaine côtière (Tampolo) ou d'altitude caractéristique des grandes rivières de basse et moyenne altitude de la côte orientale (6 à 1375 m, Annexe 2). On peut également la trouver à l'Ouest (Annexe 2) dans les zones potamiques d'altitudes coulant dans des biomes assez différents telles : les savanes originelles, les savanes de l'Est, les forêts dégradées.

Il préfère donc l'eau à turbidité élevée mais à vitesses et débits homogènes des grandes rivières, loin de la source parfois jusqu'à 500 km pour le versant occidental et à moins de 200 km pour le versant oriental car les fleuves de l'Est sont courts. Ils sont même rencontrés dans les déversoirs et les sorties des lacs Mandroseza, Mantasoa, Itasy...

CARTE DE DISTRIBUTION

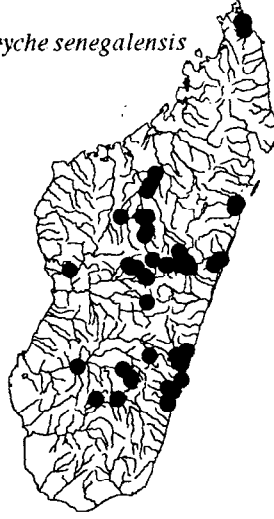
1991 - 1997

● *Aethaloptera sp. A*



Carte.2

● *Amphipsyche senegalensis*



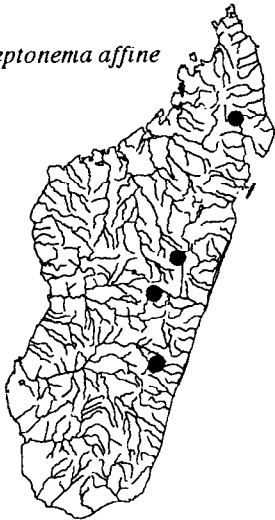
Carte.3

● *Polymorphanius guttatus*



Carte.4

● *Leptonema affine*



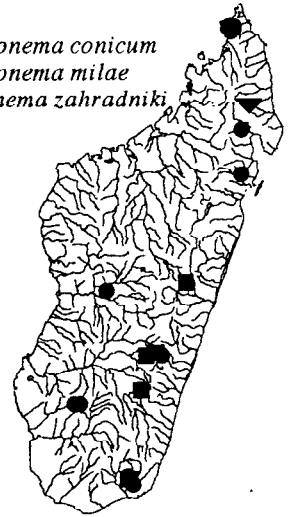
Carte.5

● *Leptonema madagascariense*
■ *Leptonema nupharum*



Carte.6

● *Leptonema conicum*
■ *Leptonema milae*
▼ *Leptonema zahradni*



Carte.7

▼ *Leptonema displicens*



Carte.8

● *Leptonema sp. H*
■ *Leptonema sp. E*



Carte.9

● *Leptonema sp. D*
▼ *Leptonema sylveri*

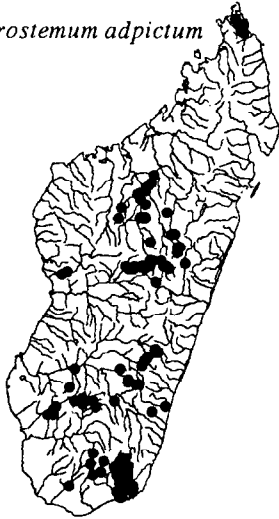


Carte.10

CARTE DE DISTRIBUTION

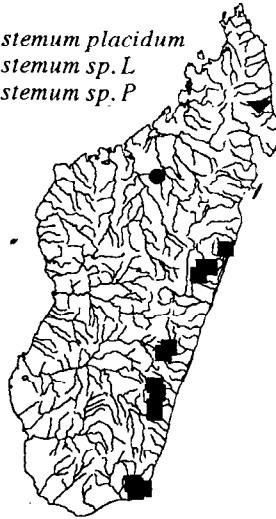
1991-1997

● *Macrostemum adpictum*



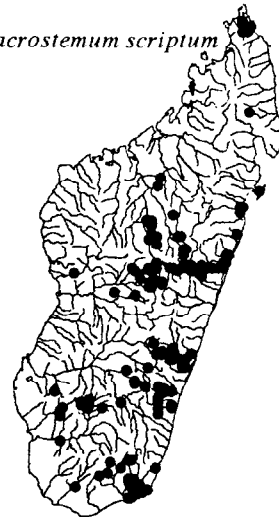
Carte.11

■ *Macrostemum placidum*
● *Macrostemum sp. L*
▼ *Macrostemum sp. P*



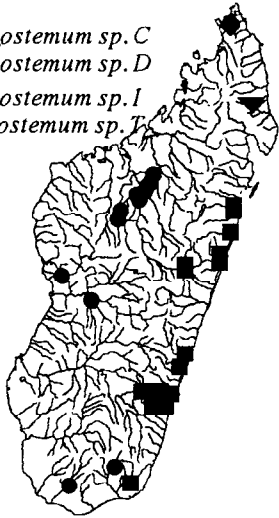
Carte.12

● *Macrostemum scriptum*



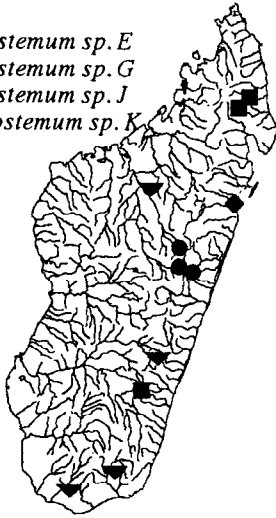
Carte.13

● *Macrostemum sp. C*
■ *Macrostemum sp. D*
◆ *Macrostemum sp. I*
▼ *Macrostemum sp. T*



Carte.14

● *Macrostemum sp. E*
■ *Macrostemum sp. G*
◆ *Macrostemum sp. J*
▼ *Macrostemum sp. K*



Carte.15

■ *Macrostemum SP. V*
▼ *Macrostemum SP. X*
● *Macrostemum sp. U*



Carte.16

● *Macrostemum sp. M*
▼ *Macrostemum sp. Q*



Carte.17

● *Macrostemum sp. N*
▼ *Macrostemum sp. R*



Carte.18

● *Macrostemum sp. O*
▼ *Macrostemum sp. S*



Carte.19

Distribution des *Amphipsyche senegalensis* en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source

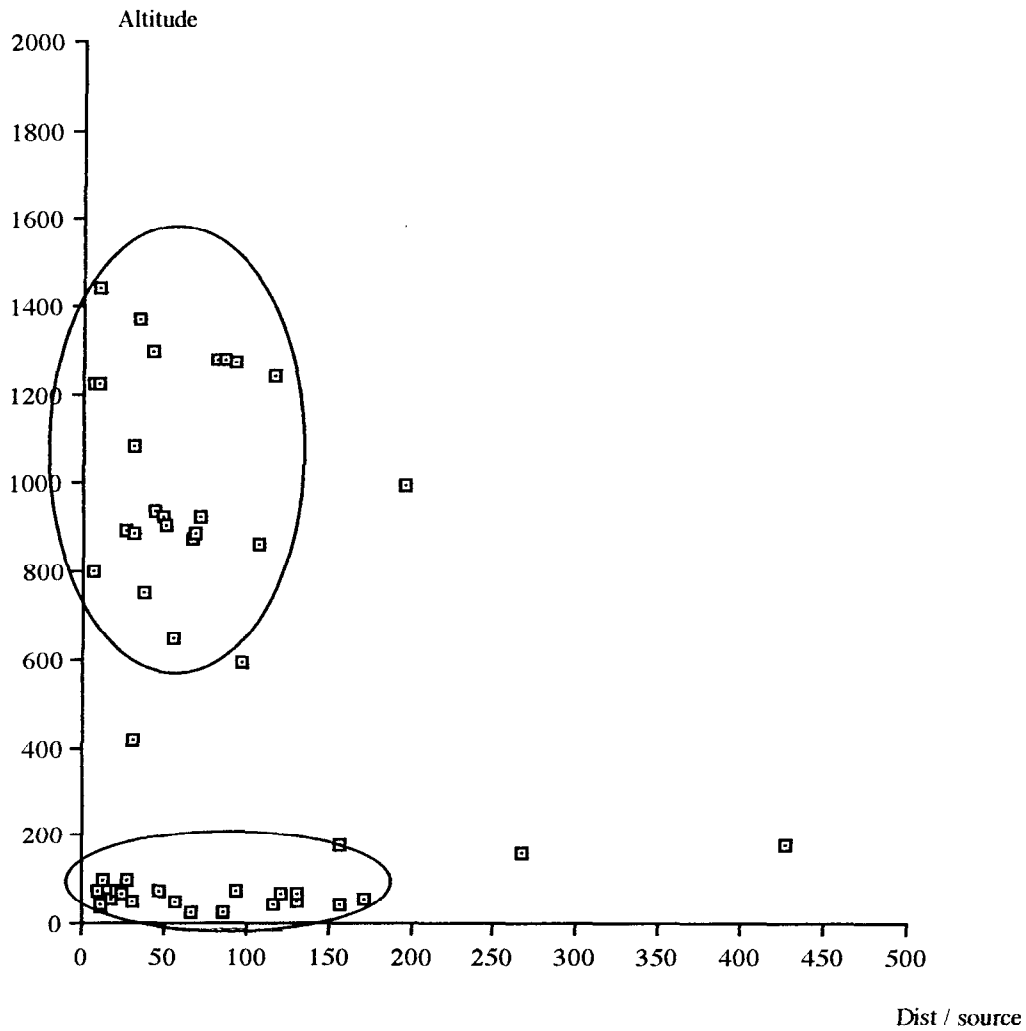


Fig.22

- Altitude en m
- Distance / source en km

L'altitude traduit souvent, mais pas toujours une oxygénation forte et une turbidité réduite. Une grande distance par rapport à la source traduit une rivière large, souvent potamique et turbide, au courant lent et à l'oxygénation basse.

Distribution des *Leptonema* en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source

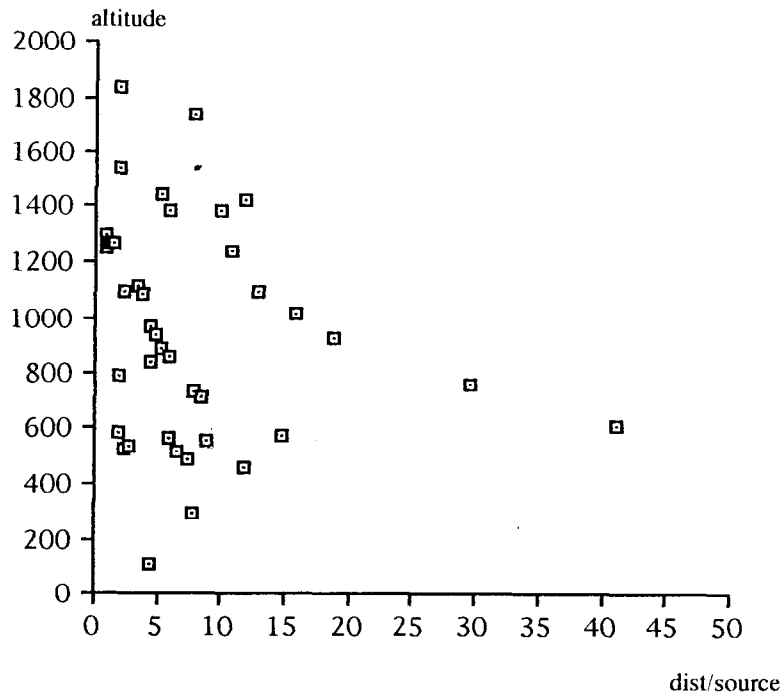


fig.23 : Leptonema de l'Est

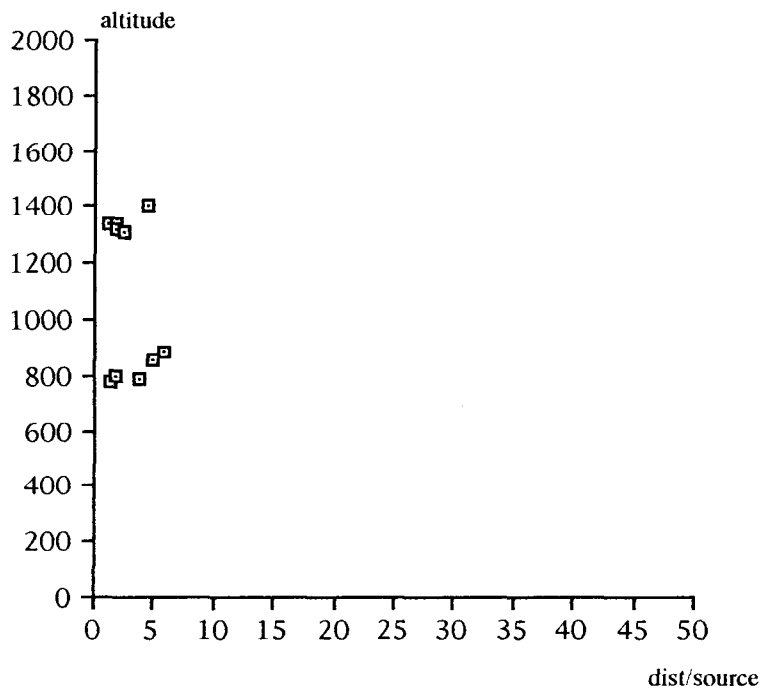


fig.24 : Leptonema de l'Ouest

- Altitude en m
- Distance / source en km

L'altitude traduit souvent, mais pas toujours une oxygénation forte et une turbidité réduite. Une grande distance par rapport à la source traduit une rivière large, souvent potamique et turbide, au courant lent et à l'oxygénation basse.

Distribution des *Leptonema* en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source

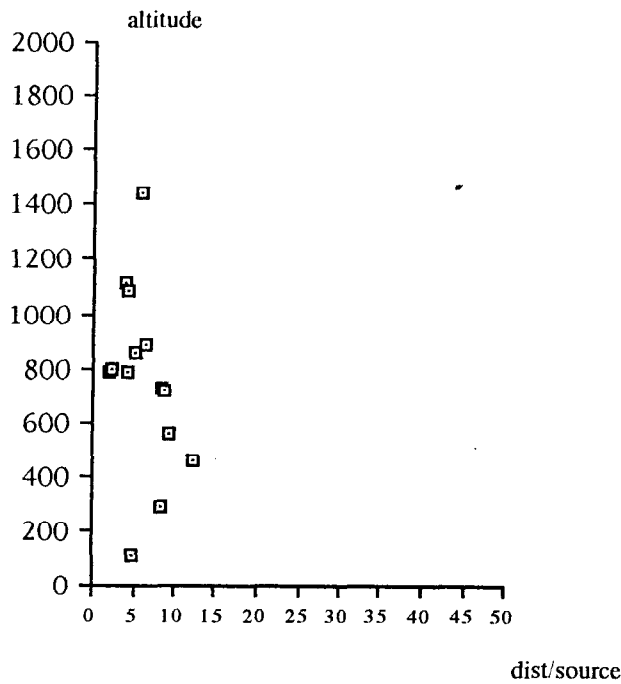


Fig 25 : *Leptonema conicum*

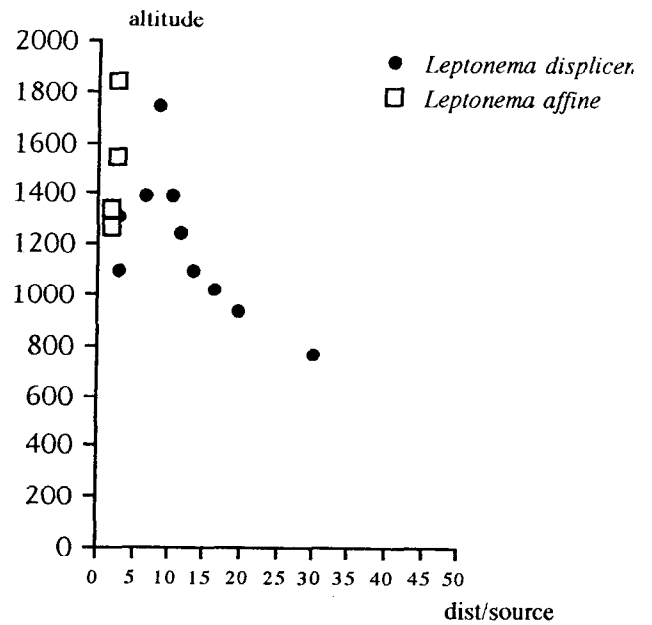


Fig.26 : *Leptonema affine* et *Leptonema displicen*.

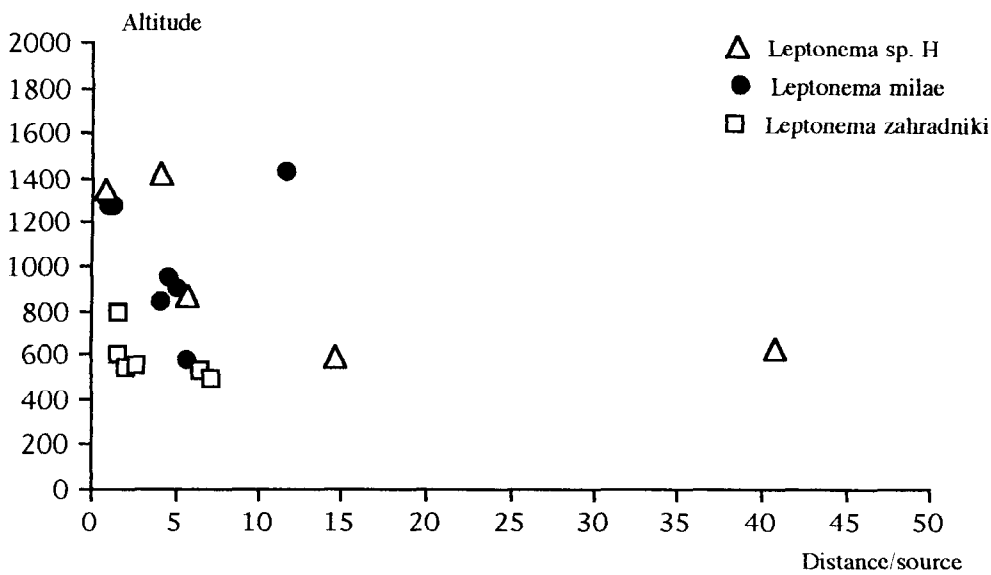


Fig.27 : *Leptonema milae*; *Leptonema zahradniki* et *Leptonema sp. H*

- Altitude en m
- Distance / source en km

L'altitude traduit souvent, mais pas toujours une oxygénation forte et une turbidité réduite. Une grande distance par rapport à la source traduit une rivière large, souvent potamique et turbide, au courant lent et à l'oxygénation basse.

Distribution des *Macrostemum* en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source

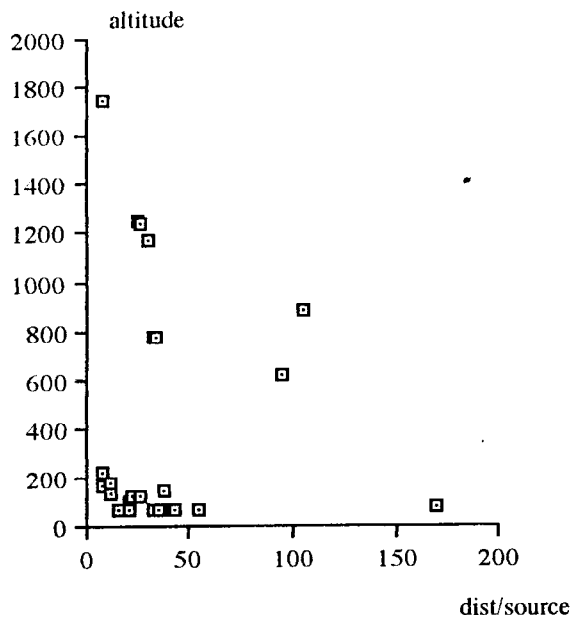


Fig.28 : *Macrostemum adpictum* de l'Est

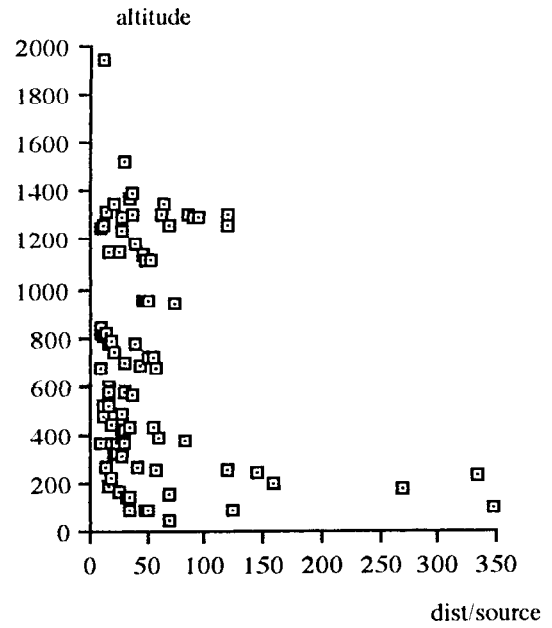


Fig.29 : *Macrostemum adpictum* de l'Ouest

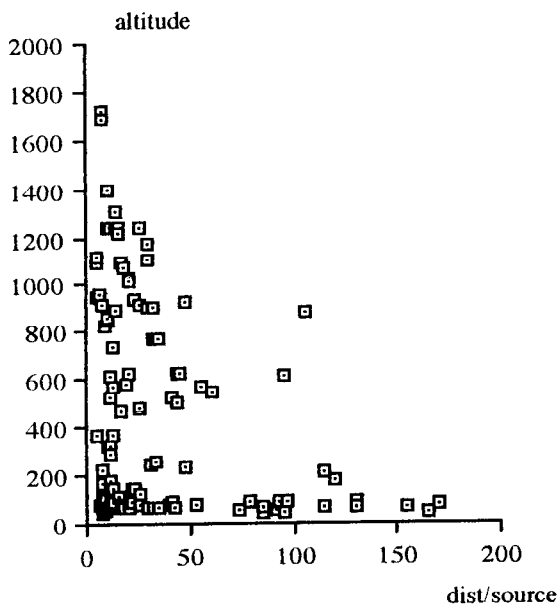


Fig.30 : *Macrostemum scriptum* de l'Est

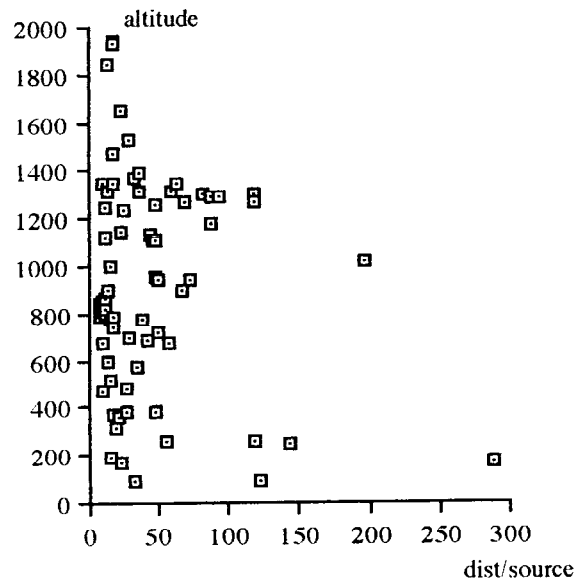


Fig.31 : *Macrostemum scriptum* de l'Ouest

- Altitude en m
- Distance / source en km

L'altitude traduit souvent, mais pas toujours une oxygénation forte et une turbidité réduite. Une grande distance par rapport à la source traduit une rivière large, souvent potamique et turbide, au courant lent et à l'oxygénation basse.

Distribution des *Macrostemum* en fonction de l'altitude et de la distance par rapport à la source

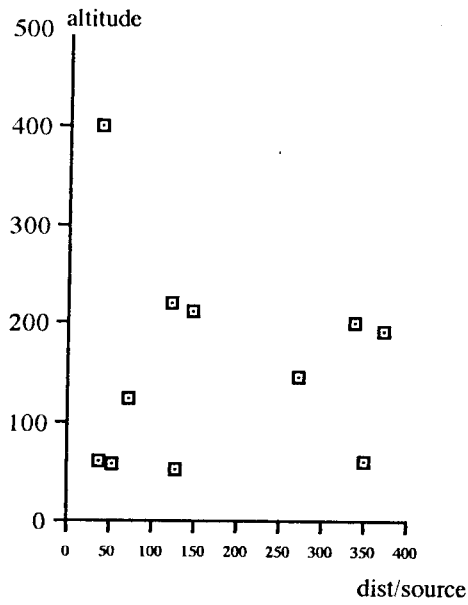


Fig.32 : *Macrostemum sp. C*

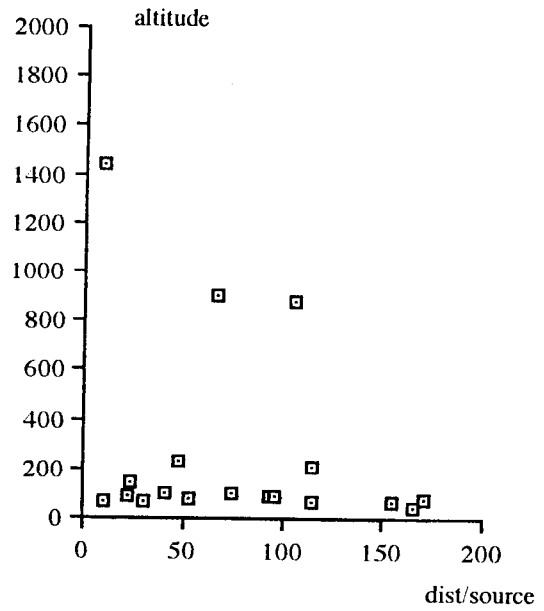


Fig.33 : *Macrostemum sp. D*

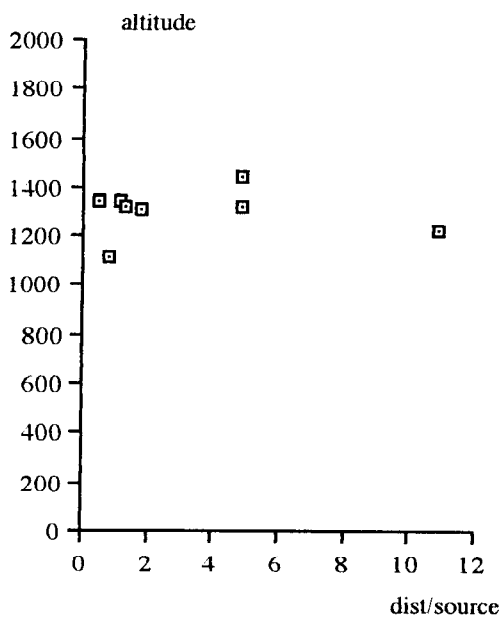


Fig.34 : *Macrostemum sp. E*

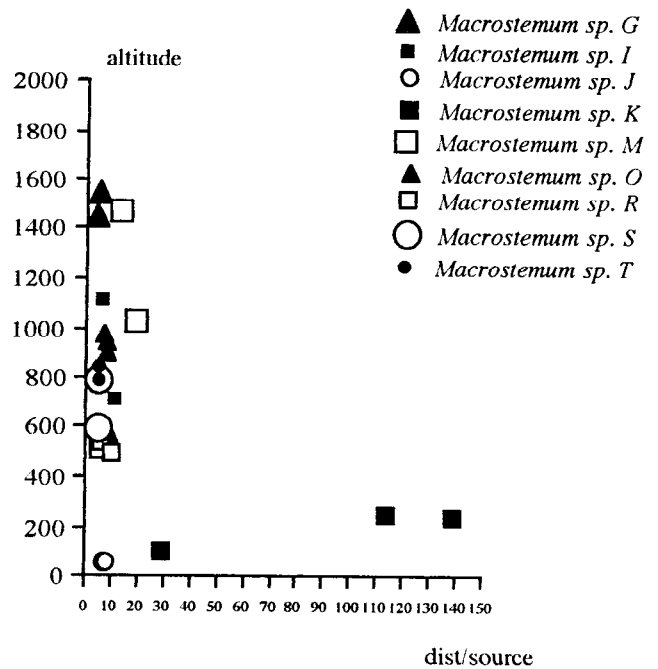


Fig.35 : *Macrostemum rares*

- Altitude en m
- Distance / source en km

L'altitude traduit souvent, mais pas toujours une oxygénation forte et une turbidité réduite. Une grande distance par rapport à la source traduit une rivière large, souvent potamique et turbide, au courant lent et à l'oxygénation basse.

Macrostemum

M. adpictum et *M. scriptum* sont deux espèces ubiquistes. Elles peuplent aussi bien, les zones potamiques que les petits canaux. La première résiste à une forte turbidité, supporte de larges variations de température et habite davantage à l'Ouest sur les affluents de la Betsiboka (Annexe 2) et sur les hautes terres centrales (Andringitra, Mahitsy,...) (Fig.29). Elle est rare à l'Est (Carte11, fig.28). En revanche la seconde espèce préfère les eaux claires et colonise les hautes terres en amont et en aval des rivières du versant oriental (Ranomafana, Andohahela, Ankaratra...; Annexe 2)(Carte13, Fig.30).

Certaines espèces ne colonisent que les rivières de la côte orientale : *Macrostemum* sp. D qui est une espèce caractéristique des grandes rivières de ce versant (Rianila, Mangoro...) (Carte.14, Annexe 2). Cette espèce est rencontrée dans des forêts dégradées et les champs de culture. Elle est rarement récoltée à plus de 800 m d'altitude (fig.33). *M. placidum* est une espèce des cours moyens des rivières de l'Est (Rianila) et du Sud-est (Manampanihy à Andohahela) (Carte.12). C'est une espèce de forêt dégradée, de steppe herbeuse et des zones culturales. Elle est récoltée à basse et moyenne altitude (20 à 690 m). *Macrostemum* sp. J est strictement forestière (Carte.15), elle est typique de forêt de plaine côtière (Tampolo) (8 à 12 m d'altitude) (Fig.35).

Macrostemum sp. C (Carte.14, Fig.32) et *Macrostemum* sp. K (Carte15, Fig.35) sont caractéristiques des grandes rivières profondes à courant faible et à eaux chaudes présente dans les savanes et les forêts sèches de l'Ouest (Ikopa) et du Sud (Anadabolava). Ces espèces ne sont rencontrées qu'à basse altitude (40 à 390 m).

Macrostemum sp. E est une espèce forestière, typique des petits cours d'eau à faible turbidité et température des zones d'altitude (Anjozorobe...)(Carte.15, fig.34). De nombreuses espèces sont forestières et très localisées telle *Macrostemum* sp. O qui n'est récoltée que sur des petits ruisseaux dans la forêt de la réserve d'Andohahela (Carte19; Fig.35), *Macrostemum* sp. R récoltée entre 450 et 750 m d'altitude (Carte.18, Fig.35), sur des petites rivières à eau claire de la forêt de transition de la réserve de Marojejy (Carte.18). *Macrostemum* sp. I n'est rencontrée que dans la forêt humide d'altitude de la montagne d'Ambre (Carte.14, Fig.35). *Macrostemum* sp. S (Carte.19, Fig.35) et *Macrostemum* sp. T (Carte.14, Fig.35) sont deux espèces des petites rivières de la forêt humide de Marojejy. La première est récoltée entre 550 et 750 m d'altitude; la deuxième entre 750 et 800 m.

Leptonema

Les *Leptonema* sont en général rhytriques inféodés à des petits ruisseaux peu profonds et à turbidité faible voire nulle des zones d'altitude. Les *Leptonema* descendent beaucoup plus en aval sur la côte est (Fig.23) que sur le versant Ouest (fig.24). Ceci s'explique par le fait qu'à l'Ouest en milieu ouvert, les eaux claires sont rares et ne se rencontrent qu'en altitude, relativement près des sources tandis qu'à l'Est, à cause d'un couvert végétal plus dense et plus abondant (même s'il s'agit de forêts secondaires), les eaux restent claires beaucoup plus en aval, ce qui permet aux *Leptonema* de coloniser des rivières un peu plus importantes.

Une espèce *L. conicum*, a une aire de répartition moyenne. Elle est retrouvée dans la savane boisée de l'Ouest ou la steppe herbeuse à galerie forestière d'Andohahela. Elle est présente entre 70 m et 1400 m (Carte.7, fig.25, Annexe 2).

Certaines espèces voisines comme *L. affine* et *L. displicens* sont toutes deux forestières. Ces espèces ont été capturées sur des petits cours d'eau des zones d'altitudes (à plus de 1000 m). Pourtant, même si elles sont rencontrées dans une même localité voire une même station, elles ont une répartition générale différente : *L. affine* est localisée en altitude (Anjozorobe, Ankaratra et Marojejy) (Carte. 5, Fig.26), et *L. displicens* descend beaucoup plus en aval sur des rivières plus larges mais à turbidité encore faible (jusqu'à 30 km de la source).

Leptonema sp. H (Carte.9, Fig.27) se distribue à peu près comme *L. displicens*, mais peut habiter de larges rivières (40 km) qui coulent dans des forêts dégradées des zones de basse altitude (537 m) où l'eau est encore claire.

Les espèces, qui sont inféodées aux forêts, présentent en revanche un endémisme régional très marqué. Ainsi, *L. zhradniki* n'est récoltée qu'entre 450 et 750 m d'altitude sur des rivières courtes de la région de Marojejy (Carte.7, Fig.27). *L. milae* se cantonne à la forêt du versant oriental : parc de Ranomafana, Andohahela, Andringitra (Carte.7, Fig.27).

Deux espèces n'ont été récoltées qu'une seule fois : *Leptonema* sp. D (Carte.10) à 250 m d'altitude dans la steppe herbeuse à galerie forestière de la montagne d'Ambre; *Leptonema* sp. E (Carte.9) capturée à Andohahela près de la source.

Des espèces telles *L. madagascariense* et *L. nupharum* (Carte.6) n'ont pas été recapturées lors de nos missions. Ce sont peut-être des espèces avec un microendémisme marqué et leurs stations de capture n'ont pas été échantillonnées ou il se peut que ce soit des espèces strictement inféodées aux forêts primaires et que leur habitat ont été détruit après un changement du milieu (Carte.8, fig.26).

Les *Leptonema* qui n'ont été capturés qu'en petit nombre à l'inverse des *Macrostemum* et des *Amphipsyche*, sont donc des espèces rares. Toutefois, leur absence d'une localité pourrait être dû à un défaut de capture.

V.4. Relation entre les distribution et les facteurs du milieu

Trois types de facteurs jouent un rôle important dans la distribution des Trichoptères ce sont :

- 1)- les facteurs liés à l'alimentation : quantité et disponibilité des ressources alimentaires;
- 2)- les facteurs liés à la qualité de l'eau : température, vitesse du courant, turbidité, oxygène dissous;
- 3)- les facteurs liés au substrat : possibilité de construction des fourreaux, filets ou retraites, lieux de ponte etc. ...

La vitesse du courant avec le transport de matières constitue un facteur clé pour les organismes vivants de la rivière. Elle contribue également au contrôle de nombreux facteurs du milieu (température, oxygénation, nature des ressources) Dans la zone rithrique d'une rivière, l'eau a une vitesse élevée, la température est faible à moyenne, le taux d'oxygène est toujours voisin de la saturation. En revanche dans une zone potamique où la vitesse de l'eau est faible et la température plus élevée, la quantité d'oxygène dissous diminue à l'exception des zones potamiques d'altitude des-hautes terres.

L'oxygène dissous ne joue guère un rôle limite dans les eaux courantes en revanche il est fondamental dans l'exclusion de certains Trichoptères des eaux stagnantes.

Connaissant leur régime alimentaire omnivore détritivore, ces insectes exigent un apport en matière organique qui va constituer leur nourriture de base. La végétation, surtout celle de la forêt en amont et autour des cours d'eau, procure une quantité estimable et importante de ressources alimentaires, elle influe également sur la composition physico-chimique de l'eau : oxygénation, débit, turbidité...

En second lieu viennent la température et la pluviométrie liées à l'altitude ou à l'exposition aux alizés. Dans une région de haute altitude les eaux très courantes sont majoritaires avec une vitesse et des débits élevés assurant une bonne oxygénation.

Les Trichoptères Macronematinae préfèrent les eaux fraîches et sont fréquents en montagne et dans les endroits boisés.

Les éléments les plus déterminants de la répartition de la biodiversité aquatiques sont l'altitude et l'opposition versant oriental/occidental (Gibon et al., 1996). Il est évident pour les Macronematinae qu'une comparaison entre la faune des deux versants s'avère nécessaire car il y a une différence considérable. La faune de l'Ouest est pauvre en espèces qui ont de vastes aires de répartition, alors que celle de l'Est est plus riche et donc plus diversifiée mais présente un microendémisme élevé.

Il existe cependant des espèces adaptées aux conditions de l'Ouest (*Amphipsyche*, *Aethaloptera*, certains *Macrostemum*) où elles peuvent parfois y être très abondantes. Les espèces de l'Ouest sont le plus souvent potamiques bien adaptées aux grandes rivières car les petites rivières de l'Ouest sont soit intermittentes soit trop lentes et sont majoritairement sablonneuses dans les zones potamiques.

Cette différence peut s'expliquer par la durée de la saison des pluies. L'Ouest est moins arrosé avec une saison sèche très marquée (Battistini 1996); les cours d'eau étant sujets aux assèchements temporaires. Dans le domaine de l'Est perhumide avec une saison sèche atténuée, les cours d'eau sont nombreux, aux régimes hydrologiques relativement stables et composés majoritairement de biefs rithriques.

Les Trichoptères sont majoritairement rithriques, adaptés à des eaux courantes de tailles petite et moyenne (ruisselets, ruisseaux, torrents, rivières de montagne). Or à l'Ouest, les rivières sont larges à courant lent avec un fond sableux instables et sont donc moins favorables à la vie et surtout rendent impossible la construction de retraites. La présence ou l'absence des différentes formes morphologiques ainsi que leur diversité est également limitée par un manque de substrats.

Les formations végétales ouvertes : prairies, savanes, steppes apportent moins de matières organiques que la forêt, les ressources trophiques sont souvent insuffisantes. L'absence de végétations sur les bassins versants favorise l'érosion du sol environnant le cours d'eau. Le charriage et le transport solide sont intenses. Ces cours d'eau sont alors plus chargés en matières minérales et peu chargés en matières organiques. Ceci se traduit par une turbidité élevée moins favorable à la respiration branchiale et à la filtration, car les filets se colmatent rapidement. Cette turbidité, par le transport de particules terreuses au contact des surfaces respiratoires, peut atteindre une intensité critique et éliminer beaucoup d'espèces.

A l'Est le climat est humide, la pluviométrie est élevée, les cours d'eau coulent pendant toute l'année en forêt et ont une zone potamique courte. Contrairement au versant occidental, l'aval est peuplé par de nombreuses espèces car en forêt (même pour la forêt dégradée) l'eau est toujours claire, peu turbide et fraîche.

La pente plus ou moins forte permet d'avoir une vitesse de courant favorable. La forêt qu'elle soit intacte ou dégradée est toujours favorable à la vie des espèces car les matières organiques (feuille, bois mort, cadavres...) provenant de la couverture végétale située autour ou en amont du cours procurent la quantité et la qualité de nourriture nécessaire aux détritivores omnivores.

Les espèces de l'Est sont endémiques à cette région car seules les zones où la forêt est presque intacte leurs permettent de survivre. Si ces zones sont déforestées, ces espèces disparaîtront et seront remplacées par des espèces de formations intermédiaires ou directement par les espèces de l'Ouest si la modification est très poussée.

Au Sud, les conditions écologiques sont à peu près les mêmes qu'à l'Ouest, par conséquent les espèces de l'Ouest y sont souvent présentes.

Les espèces sont peu nombreuses sur les hautes terres centrales sauf dans les eaux froides des petits affluents d'altitude. Ainsi donc la répartition des espèces communes aux deux versants se fait comme suit : sur le versant occidental, les espèces se cantonnent beaucoup plus en altitude alors que sur le versant oriental elles peuvent se trouver beaucoup plus bas (*L. displicens* et *L. affine* à Anjzorobe).

Les espèces largement répandues comme les *Macrostemum* qui sont des espèces tolérantes par exemple, peuvent supporter les variations écologiques et climatiques des différentes régions de l'île.

Le principal facteur qui assure le bon fonctionnement des eaux courantes dépend fortement des apports de matières organiques provenant des écosystèmes riverains. La composition de la faune aquatique dépend directement de ces matières. Ainsi une modification du couvert végétal a une répercussion sur la répartition de ces insectes.

VI. CONCLUSIONS

Tous les travaux que nous avons menés sur les Macronematinae malgaches, dans le cadre du Programme "biotypologie et biogéographie des eaux continentales malgaches", n'ont pu être exposés dans ce mémoire, particulièrement ceux portant sur la biotypologie des cours d'eau.

Nous nous sommes efforcés ici, d'une part de souligner, par les études de systématique, les méthodes d'études et les problèmes qui en relèvent ainsi que la richesse de cette sous-famille de Trichoptères et d'autre part de faire ressortir la diversité des types de distributions; celles-ci allant du microendémisme à une presque ubiquité.

Du point de vue des études de systématique, on peut affirmer désormais que le nombre d'espèces de Macronematinae à Madagascar est d'au moins 52 réparties comme suit :

- une espèce pour le genre *Aethaloptera*;
- une espèce pour le genre *Amphipsyche*;
- une espèce pour le genre *Polymorphanisus*;
- neuf espèces pour le genre *Leptonema* dont 4 nouvelles; 4 espèces de larves furent découvertes correspondant ou non à des formes adultes connues;
- 23 espèces pour le genre *Macrostemum* dont 20 nouvelles; en plus 3 espèces de larves furent découvertes correspondant ou non à des formes adultes connues;
- le reste (17 espèces) est constitué des espèces déjà décrites dans la littérature mais non retrouvées lors des campagnes d'échantillonnages.

Ces espèces recensées et étudiées dans la partie de systématique qu'elles soient nouvelles ou non, décrites ou juste citées, feront partie de plusieurs articles portant sur les descriptions des espèces de Macronematinae que pourront utiliser les hydrobiologistes travaillant dans les différentes zones et aires protégées. Rappelons que les descriptions réalisées dans ce type de mémoire ne peuvent constituer de description définitive au sens des règles de nomenclature.

Un long travail reste à faire concernant les adultes de Macronematinae. Il concerne d'une part, la publication de nos nouvelles espèces, comme nous venons de le souligner, mais encore la révision des espèces déjà connues et plus particulièrement celles du genre *Macrostemum*.

Un important travail reste également à faire dans la découverte des stades préimaginaux des Macronematinae. Un effort d'échantillonnage plus intense est à entreprendre pour découvrir l'ensemble de ces stades; de longues études de descriptions tant larvaires que nymphales sont également à réaliser; enfin les associations entre ces formes préimaginales et les imagos sont à découvrir.

De plus, il reste encore sans doute beaucoup d'espèces à inventorier dans les régions peu ou pas échantillonnées telles celles du Nord dans lequel certaines régions sont réputées à fort endémisme (Tsaratanana, Sambirano, Masoala). Ces

futures découvertes vont certainement faire augmenter le nombre des espèces et remettre en question une partie de notre travail...!

Les études sur la distribution biogéographique des espèces de Macronematinae malgaches nous ont permis de montrer qu'à Madagascar comme en Afrique, les Macronematinae ont une large répartition. Suivant l'occurrence, dans notre canevas d'échantillonnage de 595 stations, on distingue cinq catégories d'espèces :

- les espèces abondantes à large distribution. Ce sont les espèces qui ont une occurrence supérieure à 30 : *M. scriptum* (169 stations soit 28,4%), *M. adpictum* (112 stations soit 18,8%), *A. senegalensis* (46 stations soit 7,7%);

- les espèces à fréquences moyennes. Elles ont une occurrence entre 15 et 30 inclus : *M. placidum* (15 stations), *Macrostemum* sp. D, *L. conicum* (17 stations), *Potamyia* sp. F,

- les espèces peu fréquentes. Leur occurrence est comprise entre 5 et 15 : *L. milae* (7 stations), *L. displicens* (13 stations), *Macrostemum* sp. C (11 stations), *Macrostemum* sp. E, *Macrostemum* sp. W;

- les espèces rares; leur occurrence est inférieure ou égale à 5 : *Leptonema* sp. D, *Leptonema* sp. E et *L. madagascariense* sont à une occurrence. *L. nupharum* (2 stations), *Leptonema* sp. H (2 stations), *L. sylveri*, *Macrostemum* sp. J, *Macrostemum* sp. K, *P. guttatus* (3 stations), *Aethaloptera* sp. A.

Toutefois, la richesse en Macronematinae pas plus que le microendémisme ne sont réparties de la même façon sur les versants oriental et occidental de l'île. Globalement, on constate que la partie forestière orientale est plus riche que la partie occidentale de même que les eaux froides des hautes terres sont plus riches que les zones côtières. L'Ouest, sans forêt, n'est peuplé que par quelques espèces qui sont des formes à vaste répartition. A l'Est, l'endémicité est plus forte. Il semblerait que ce résultat provienne de la couverture végétale liée à la pluviométrie des deux régions. Le Sud est très pauvre en espèces; ceci étant lié au tarissement des rivières pendant de longue période qui ne permet pas la survie des larves.

Les travaux en cours dans le programme "*Biodiversité et biotypologie des eaux continentales malgaches*" suggèrent que la richesse en invertébrés aquatiques de la grande île est relativement élevée (Elouard 1996) comparativement à celle de l'Afrique continentale puisque pour beaucoup de groupes, la richesse est égale sur ces deux sous-zones biogéographiques, mais l'une, l'Afrique continentale, est plus de 100 fois plus vaste que Madagascar. Cette richesse est due à la grande variété d'habitats, de biotopes et à leur stabilité.

La faune invertébrée aquatique est riche, surtout en zone forestière, mais les menaces qui pèsent sur elle sont nombreuses. Parmi elles, citons la déforestation inconsidérée pour les cultures ou pour l'industrie du bois, les aménagements des bassins versants et la pollution.

A l'Est de l'île la déforestation et le défrichement progressent rapidement surtout dans les zones facilement accessibles. Ainsi on pourra s'attendre à ce que les espèces liées à la forêt primaire deviennent rares et pourront même disparaître totalement d'ici quelques décennies. Les espèces à vaste distribution provenant de l'Ouest risquent de coloniser les milieux défrichés et mis en cultures.

En l'état actuel de la dégradation du couvert forestier malgache, soulignons que les espèces de forêt primaire se trouvent maintenant majoritairement confinées en haut des bassins versants ou en montagne. Elles présentent pour la majorité une forte microendémicité.

On peut émettre l'hypothèse que la disparition des espèces de l'Est est liée à la suppression de la forêt engendrant un changement des valeurs de nombreux paramètres: augmentation de la température de l'eau, diminutions des pluies avec accentuation du ruissellement augmentant de ce fait l'érosion puis la turbidité des eaux. Le débit des fleuves est également modifié avec de plus grandes crues et des étiages plus sévères. Tout ceci modifie également la teneur en oxygène dissous, l'apport en matière organique extra aquatique et la photosynthèse aquatique. Tout le réseau trophique est alors affecté, brisant les équilibres cénotiques.

Peut-on prévenir la disparition de la majorité des Trichoptères malgaches ? Il en va d'ailleurs d'eux autant que des autres espèces aquatiques ou terrestres liées à la forêt. S'il est sûr que l'arrêt du défrichement est la solution, elle n'est pas suivie à l'heure actuelle. La mise en réserve de bassins versants entiers est délicate. Mais la mise en réserve partielle d'un bassin n'a que peu d'utilité, les phénomènes atteignant l'amont influent sur le fonctionnement de l'hydrosystème situé en aval. Enfin, le microendémisme de l'Est rend nécessaire de protéger tous les bassins versants afin de protéger toutes les espèces. Ceci est bien entendu utopique.

Notons toutefois que la protection des hydrosystèmes aurait un double avantage :

- d'une part de préserver directement la biodiversité en préservant la richesse spécifique;
- d'autre part, de préserver la qualité des eaux en évitant un charriage et un transport solide trop intenses et en permettant aux Trichoptères Hydropsychidae de continuer à jouer leur rôle dans l'auto-épuration des rivières.

Il reste à espérer que la déforestation sera stoppée à temps. Toutefois, dans l'hypothèse la plus défavorable, nous ne saurions recommander aux Institutions concernées d'une part, de mener au plus vite des recherches sur l'ensemble de la faune aquatique dont les Trichoptères et d'autre part, de préserver avec le plus grand soin les collections récoltées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BANARESCU P., 1991, Distribution and dispersal of freshwater Animals in Africa, Pacific Areas and south America in Zoogeography of Fresh Waters 3. AULA-Verlag Wiesbaden.

BARNARD P. C., 1980, A revision of the old world Polymorphanisini (Trichoptera : Hydropsychidae). Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.) 41(2) : 59- 106.

BARNARD P. C., 1984, Macronematinae caddisflies of the genus *Amphipsyche* (Trichoptera : Hydropsychidae). Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.) 48(2) : 71 - 130.

BATTISTINI R., 1996, Paleogeographie et variété des milieux naturels à Madagascar et dans les îles voisines : quelques données de base pour l'étude biogéographique de la "Région malgache" in Biogéographie de Madagascar. Editeur Lourenço W. R. Editions ORSTOM: 1-17.

BRAUER F., 1875. Beschreibung neuer und ungenügend bekannter Pnyganiden und Oestriden. Verh. zool.-bot. Ges. Wien 25 : 69-78.

CHAPERON P.& DANLOUX J.& FERRY L., 1993, Fleuves et rivières de Madagascar. Edition ORSTOM10, Monographies hydrologiques.

ELOUARD J. M., 1996, Le milieu aquatique in Monographie de Madagascar Le milieu aquatique dulçaquicole. Rapp. LRSAE n°35, 5-22.

FLINT O. S.& Jr., McALPINE J. F.& ROSS H. H., 1987, A revision of the genus *Leptonema* Guérin (Trichoptera : Hydropsychidae : Macronematinae). Smithsonian Institution contributions to Zoology 450;pp.

GIBON F. M & ELOUARD J. M., 1996, Etude préliminaire de la distribution des Insectes lotiques à Madagascar (exemple des Trichoptères Philopotamidae et diptères Simulidae) in Biogéographie de Madagascar. Editeur Lourenço W. R. Editions ORSTOM: 507-516.

GUERIN-MENEVILLE M.F.E., 1843. Trichoptera. In Iconographie du Règne Animal de Cuvier, 3b : 395-397.

HERTU O. & ELOUARD J. M., 1997, Nomenclature Oecologique Environnementale. Editions ORSTOM: pp.

KOLENATI F., 1859. Genera et species Trichopterorum. Pars altera. Aequipalpidae. Nouv. Mém. Soc. imp. Nat. Mosc. 11 : 141-296.

MARLIER G., 1962. Genera des trichoptères de l'Afrique. Mus. Roy. Afr. Cent. Tervuren Belg. Ann. 8 - Sc. zool. 109: 9-261.

MARLIER G., 1981. Trichoptères in Flore et Faune Aquatiques de l'Afrique sahelosoudanienne. Editions ORSTOM45(2) : 521-552.

McCAFFERTY W. P., 1983. The Fishermen's and Ecologists' Illustrated guide to Insects and Their Relatives in Aquatic entomology. Jones and Barlett publishers, Inc. Boston : 277-282.

NAVAS L., 1935 "18. Insectos de Madagascar". Revista Ac. cienc. Zaragoza, 18: 42-74.

PAULIAN R., 1972. Some ecological and biogeographical problems of the entomofauna of Madagascar in Biogeography and ecology of Madagascar Editeurs Battistini R. and Richard-vindard G. 21: 411-426.

SCOTT K. M. F., 1975. The value of larval stages in systematic studies of the Trichoptera, with particular reference to the Hydropsychidae from Africa south of the Sahara. Proc. I Congr. ent. Soc. sth. Afr. : 41-52.

SCOTT K. M. F., 1983. On the Hydropsychidae (Trichoptera) of Southern Africa with Keys to African genera of imago, larvae and pupae and species lists. Ann. Cape. Prov. Mus. (nat. Hist.) 14(18): 300-417.

SCOTT K. M. F., 1985. Order Trichoptera (caddis flies) in Insects of Southern Africa. Editeurs Clarke H Schoultz and Erik Holm. ButterWorths Durban. 327-340.

STATZNER B. & GIBON F. M., 1984. Keys to adult and immature Macronematinae (insecta : Trichoptera) from the Ivory Coast (West Africa) with notes on their taxonomy and distribution. Rev. Hydrobiol. trop. 17(2): 129-151.

SYKORA J., 1964. New species of *Leptonema* Guérin from Madagascar (Trichoptera). Tijdschr. Ent. 107(5): 277-282.

ULMER G., 1905. Neue und wenig bekannte Trichopteren der Museen zu Brüssel und Paris. Ann. soc. ent. Belg. 49: 17-42.

WALKER F., 1852. Catalogue of the specimens of Neuropterous insectes in the collection of the British Museum. part I. 192 pp London.

ANNEXE 1

Fiche terrain

JP n° : _____

STATION CAPTURE	Code : _____	Nouvelle ?			
Localité : _____	Près de _____	Région de : _____			
Altitude : _____ m	Longitude : _____	Latitude : _____			
Bassin : _____	Rivière : _____				
Affluent de : _____	puis de : _____				
Biome	<i>(entourer la valeur)</i>				
Steppe sahélienne, Steppe herbeuse, savanne boisée, savane à éricacée, forêt sèche, bush à alluodia, forêt humide de plaine, forêt humide d'altitude, forêt dégradée, Mangrove, reboisement, autres ...					
Galerie forestière :	oui	non recouvrante	non recouvrante	continue	discontinue
Fréquentation humaine :	importante,	moyenne,	faible,	nulle	
Biotopes présentes :	limons, sables, graviers, rochers, dalles rocheuses, herbiers, bois morts, autres : _____				
Type de collection d'eau :	mare, vasque, cours lent, cours moyen, rapide, cascade, chute				
Hétérogénéité :	_____				
Notes sur la station :	_____				

JP n° :	Date :	
Missionnaires : _____, _____, _____, _____		
Paramètres de la rivière :		
Largeur : _____ m ;	Profondeur : _____ m ;	vitesse courant : _____ m ;
Débit estimé : _____ m ;		échelle de crue : _____ m ;
Couleur de l'eau : _____ ;	transparence : _____ m ;	
Température de l'eau à 18 h : _____ °C	Température de l'air à 18 h : _____ °C	
Température de l'eau à 5 h : _____ °C	Température de l'air à 5 h : _____ °C	
pH : _____	Conductivité : _____ μ S. cm-1	
Plantes aquatiques émergées : Phragmites, Carex, Typhonodorum, Pandanus, Nymphaea, Tipta,		
Plantes aquatiques immergées : Aponogetum, Hydrostachis		

Jour Prélev. : P.....		METHODES	
PIEGES LUMINEUX			
Piège lumineux du soir (PLs) : Petit UV : <input type="checkbox"/>		UV Batterie : <input type="checkbox"/>	gaz : <input type="checkbox"/>
PL Soir <input type="checkbox"/> : de h à h		Vent : Violent, fort, moyen, faible, nul	
Ciel : étoilé <input type="checkbox"/> , couvert <input type="checkbox"/> , interméd. <input type="checkbox"/>		Pluie : orage <input type="checkbox"/> , Pluie forte <input type="checkbox"/> , Pluie fine <input type="checkbox"/>	
Lune : Abs <input type="checkbox"/> , 1/4 M <input type="checkbox"/> , 1/2 M <input type="checkbox"/> , 3/4 M, ;		de heures à heures; de heures à heures	
pleine <input type="checkbox"/> , 1/4 D <input type="checkbox"/> , 1/2 D <input type="checkbox"/> , 3/4 D,		Lune : visible <input type="checkbox"/> non visible <input type="checkbox"/>	
Piège lumineux du matin (PLm) : Petit UV : <input type="checkbox"/>		UV Batterie : <input type="checkbox"/>	gaz : <input type="checkbox"/>
PL matin <input type="checkbox"/> : de h à h		Vent : Violent, fort, moyen, faible, nul	
Ciel : étoilé <input type="checkbox"/> , couvert <input type="checkbox"/> , interméd. <input type="checkbox"/>		Pluie : orage <input type="checkbox"/> , Pluie forte <input type="checkbox"/> , Pluie fine <input type="checkbox"/>	
Lune : Abs <input type="checkbox"/> , 1/4 M <input type="checkbox"/> , 1/2 M <input type="checkbox"/> , 3/4 M,		de heures à heures; de heures à heures	
pleine <input type="checkbox"/> , 1/4 D <input type="checkbox"/> , 1/2 D <input type="checkbox"/> , 3/4 D,		Lune : visible <input type="checkbox"/> non visible <input type="checkbox"/>	
PROSPECTION GLOBALE		Durée :	Nbre de personne :
FEUILLES MORTES			
TAMIS			
BENNE D'ECKMANN			
FILET à papillon. Captures à heures, à heures, à heures			
TOUBLEAU			
PHOTOS :			
PROSPECTION ET RECOLTE DE PLANTES AQUATIQUES			
NASSES : <input type="checkbox"/> nombre, . appâts :			
NOTES GENERALES			

ANNEXE 2

Liste des espèces trouvées pour chaque stations (stations, bassin, rivière, localité, longitude, latitude, altitude, espèces)

- Li07-13 - MANGORO - Mahamavo, Ambodivona. 48:13:00 E, 19:24:08 S, 0m : *L. milae*
- Li17-02 - RIANILA - Affluent de Sahatandra, Périnet. 48:25:23 E, 18:55:06 S, 0m : *L. nupharum*.
- Li18-03 - MANANJARY - Affluent non nommé, Ifanadiana. 47:37:26 E, 21:18:15 S, 0m : *L. conicum*, *L. milae*.
- Li20-01 - ANTAINAMBALANA - Antainambalana, Ambodivoahangy. 49:36:17 E, 15:16:42 S, 0m : *L. conicum*,
- Li66-01 - ANOVE - Affluent non nommé, Manambato. 49:40:50 E, 16:32:00 S, 0m : *L. conicum*, *L. nupharum*,
- Li89-01 - EFAHO - Affluent non nommé, Fort-Dauphin. 46:58:00 E, 25:00:49 S, 0m : *L. madagascariense*
- St01-02 - MANGOKY - Sahambano, Ankaramena. 46:37:11 E, 22:03:28 S, 775m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St01-06 - MANGOKY - Andranofotsy, Amalomanana. 47:00:57 E, 21:35:20 S, 1100m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St01-07 - MANGOKY - Zomandao, Andringitra nord Camp 6. 46:55:00 E, 22:06:03 S, 1480m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St01-08 - MANGOKY - Zomandao, Andringitra Camp 7. 46:53:21 E, 22:06:37 S, 1900m : *M. adpictum*,
- St01-12 - MANGOKY - Zomandao, Ankaramena. 46:38:48 E, 21:56:47 S, 770m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St01-13 - MANGOKY - Menamaty, 19 km près de Ranohira. 45:23:46 E, 22:25:50 S, 650m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St01-14 - MANGOKY - Menamaty, Ranohira basy. 45:23:53 E, 22:29:42 S, 700m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St01-15 - MANGOKY - Malio, Bereketa près de Ranohira. 45:08:28 E, 22:32:02 S, 645m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St01-16 - MANGOKY - Italana, Bereketa près de Ranohira. 45:09:18 E, 22:34:28 S, 760m : *L. conicum*, *M. scriptum*,
- St01-17 - MANGOKY - Italana, Bereketa près de Ranohira. 45:09:20 E, 22:34:53 S, 800m : *M. scriptum*,
- St01-18 - MANGOKY - Italana, Bereketa près de Ranohira. 45:09:11 E, 22:34:02 S, 745m : *L. conicum*, *M. scriptum*,
- St01-19 - MANGOKY - Menamaty, Ranohira. 45:24:07 E, 22:33:03 S, 760m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St01-20 - MANGOKY - Menamaty, Ranohira. 45:24:21 E, 22:33:33 S, 800m : *M. adpictum*,
- St01-21 - MANGOKY - Fenoarivo, Fenoarivo. 46:22:41 E, 21:42:02 S, 725m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St01-25 - MANGOKY - Fanindrona, Vohiposa. 47:09:21 E, 20:59:03 S, 1213m : *M. scriptum*,
- St01-28 - MANGOKY - Affluent non nommé, Fianarantsoa (entrée Nord). 47:09:25 E, 21:25:31 S, 0m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*,
- St01-29 - MANGOKY - Matsiatra, Fianarantsoa. 47:04:07 E, 21:27:55 S, 1075m : *M. adpictum*,
- St01-30 - MANGOKY - Sakanovaka, Ankazoabo. 44:26:29 E, 22:15:02 S, 333m : *M. scriptum*,
- St01-31 - MANGOKY - Malio, Beroroha. 45:07:32 E, 21:40:31 S, 155m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*,
- St01-32 - MANGOKY - Mangoky, Beroroha. 45:07:32 E, 21:40:19 S, 150m : *Am. senegalensis*
- St01-33 - MANGOKY - Isahahena, Berenty-Betsileo. 45:03:59 E, 22:09:52 S, 385m : *M. adpictum*,
- St02-03 - BETSIBOKA - Ikopa, Ankazobe-Ambohimanambola Tana. 47:34:38 E, 18:55:43 S, 1255m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-05 - BETSIBOKA - Ikopa, Manavoandro Mahitsy. 47:16:25 E, 18:47:10 S, 1220m : *M. adpictum*,
- St02-06 - BETSIBOKA - Affluent non nommé, Ivato Antanetibe. 47:28:09 E, 18:50:11 S, 1250m : *M. adpictum*,
- St02-08 - BETSIBOKA - Mamokomita, Manjakavaradrano. 46:54:20 E, 17:38:00 S, 625m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-09 - BETSIBOKA - Affluent non nommé, 5 km Mahatsinjo. 47:00:52 E, 17:46:30 S, 950m : *M. scriptum*,
- St02-10 - BETSIBOKA - Andranofeno Sud, 47:10:46 E, 18:05:00 S, 1425m : *M. scriptum*, *M. sp. M*
- St02-14 - BETSIBOKA - Aff. Mamokomita, 46:56:46 E, 17:37:12 S, 625m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-15 - BETSIBOKA - Ikopa, Fiadanana. 46:56:58 E, 18:10:03 S, 975m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St02-18 - BETSIBOKA - Manankazo, Kiangara. 47:01:36 E, 17:58:50 S, 850m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St02-19 - BETSIBOKA - Andranobe (Canal), Fitososona. 47:11:04 E, 18:16:14 S, 1195m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-21 - BETSIBOKA - Ikopa, Ankadindratombo. 47:33:28 E, 18:55:48 S, 1255m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-22 - BETSIBOKA - Ikopa, Antelomita. 47:42:18 E, 19:00:37 S, 1306m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-23 - BETSIBOKA - Ikopa, Tanjombato. 47:31:27 E, 18:56:52 S, 1252m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-24 - BETSIBOKA - Sisambina, Telomita. 47:32:28 E, 17:31:07 S, 737m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-25 - BETSIBOKA - Ikopa, Mahitsy Farahantsana. 47:10:43 E, 18:47:08 S, 1220m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-26 - BETSIBOKA - Ikopa, Anosizato. 47:29:55 E, 18:56:11 S, 1250m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-28 - BETSIBOKA - Andriantoany, 46:56:23 E, 17:19:40 S, 375m : *M. adpictum*,
- St02-29 - BETSIBOKA - Aff. de Betsiboka, Ambalambongo. 47:00:30 E, 16:48:00 S, 48m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. sp. C*
- St02-30 - BETSIBOKA - Betsiboka, 46:57:00 E, 16:56:08 S, 134m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. sp. C*
- St02-34 - BETSIBOKA - Ikopa (rapide), 46:48:14 E, 17:07:33 S, 190m : *M. adpictum*, *M. sp. C*
- St02-36 - BETSIBOKA - Ikopa, Mahatsinjo. 46:45:32 E, 17:01:00 S, 50m : *M. adpictum*, *M. sp. C*
- St02-38 - BETSIBOKA - Kamoro, Ambohimanatrika. 47:10:06 E, 16:28:55 S, 40m : *Ae. sp. A* *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*, *M. sp. C*, *M. sp. L*
- St02-39 - BETSIBOKA - Affluent non nommé, 53 km Maevatanana. 47:04:33 E, 16:42:13 S, 49m : *M. adpictum*, *M. scriptum*, *M. sp. C*, *M. sp. K*
- St02-41 - BETSIBOKA - Mamokomita, Manjakavaradrano. 46:59:20 E, 17:40:55 S, 675m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-42 - BETSIBOKA - Lac Mandroseza, Ambohipo. 47:33:22 E, 18:55:48 S, 1230m : *M. adpictum*,
- St02-47 - BETSIBOKA - Onibe (1er bras), Arivonimamo - 1er grand pont. 47:08:15 E, 18:58:40 S, 1270m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-50 - BETSIBOKA - Menavava, Ankotrakotraka. 46:15:07 E, 17:39:07 S, 390m : *Ae. sp. A*, *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. sp. C*
- St02-52 - BETSIBOKA - Irihitra, Arivonimamo - 2è grand pont. 47:05:50 E, 18:58:40 S, 1265m, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-53 - BETSIBOKA - Menavava, Behazomaty. 46:20:05 E, 17:23:03 S, 113m : *M. adpictum*, *M. sp. C*
- St02-54 - BETSIBOKA - Ikalariana Aff. de l'Onibe, Soamahamanina RN1. 47:01:15 E, 18:59:00 S, 1330m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-56 - BETSIBOKA - Ambatoasana, Amboasary. 47:56:40 E, 18:27:43 S, 1270m : *L. displicens*, *M. sp. E*

- St02-57 - BETSIBOKA - Ambatoasana, Amboasary. 47:56:53 E, 18:27:43 S, 1275m : *L. displicens*, *M. sp. E*
- St02-58 - BETSIBOKA - Vanjainanitra, Amboasary. 47:56:40 E, 18:26:03 S, 1300m : *M. scriptum*,
- St02-61 - BETSIBOKA - Ambatomisana, Géranium, -usine. 47:57:07 E, 18:27:15 S, 1300m : *L. affine*, *L. sp.H*, *L. displicens*, *M. sp. E*
- St02-62 - BETSIBOKA - Ambatomisana, Amboasary. 47:56:13 E, 18:27:17 S, 1275m : *M. sp. E*
- St02-64 - BETSIBOKA - Mananara, Amboasary. 47:56:03 E, 18:28:10 S, 1265m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-66 - BETSIBOKA - Mananara, Mangamila. 47:51:42 E, 18:34:40 S, 1344m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-69 - BETSIBOKA - Affluent non nommé, Plantation BLANC. 47:56:53 E, 18:27:13 S, 1298m : *L. displicens*, *M. sp. E*
- St02-72 - BETSIBOKA - Mananara, Anjozorobe. 47:52:53 E, 18:24:47 S, 1220m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-75 - BETSIBOKA - Lakazana, Ankondondona. 47:46:43 E, 18:04:33 S, 1093m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-76 - BETSIBOKA - Lakazana, Ankondondona. 47:45:47 E, 18:04:57 S, 1070m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St02-77 - BETSIBOKA - Lakazana, Ankondondona. 47:45:30 E, 18:04:53 S, 1070m : *M. scriptum*,
- St02-80 - BETSIBOKA - Beharena, Antaniditra. 48:02:55 E, 18:25:43 S, 1370m : *L. sp. H*
- St03-01 - TSIRIBIHINA - Lily, Ampefy. 46:43:57 E, 19:02:23 S, 1200m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*,
- St03-07 - TSIRIBIHINA - Aff. de Manandona, Antsirabe. 47:02:29 E, 19:56:52 S, 1420m : *Am. senegalensis*
- St03-09 - TSIRIBIHINA - Kitsangy, Manalalondo. 47:07:00 E, 19:15:15 S, 1610m : *M. scriptum*,
- St03-10 - TSIRIBIHINA - Kitsamby, Morarano nord. 47:00:00 E, 19:16:50 S, 1200m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St03-11 - TSIRIBIHINA - Amananara, Andranomiady. 46:59:15 E, 19:14:40 S, 1270m : *Am. senegalensis*
- St03-13 - TSIRIBIHINA - Kitsamby Aff. de Tsiribihina, Andakana. 46:46:23 E, 19:15:33 S, 1131m : *M. scriptum*,
- St03-14 - TSIRIBIHINA - Lily Aff. de Mahajilo, Antafofo. 46:41:07 E, 19:01:43 S, 1100m : *M. adpictum*,
- St03-15 - TSIRIBIHINA - Mazy Aff. de Sakay, Sakay Babetville. 46:29:00 E, 18:58:15 S, 900m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St03-16 - TSIRIBIHINA - Lily Aff. de Sakay, Sakay Babetville. 46:31:47 E, 18:59:57 S, 902m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St03-18 - TSIRIBIHINA - Mazy Aff. de Sakay, Beteheza. 46:42:03 E, 18:57:27 S, 1140m : *M. adpictum*,
- St03-19 - TSIRIBIHINA - Mazy Aff. de Sakay, Miarinarivo RN1. 46:55:00 E, 18:56:00 S, 1300m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St03-21 - TSIRIBIHINA - Affluent non nommé, Amparihy. 46:59:53 E, 19:27:07 S, 1894m : *M. scriptum*,
- St03-23 - TSIRIBIHINA - Sahaomby, Manatoloza. 46:57:53 E, 19:25:50 S, 1800m : *M. scriptum*,
- St03-24 - TSIRIBIHINA - Affluent non nommé, Barrage. 46:59:47 E, 19:26:57 S, 1890m : *M. scriptum*,
- St03-25 - TSIRIBIHINA - Petit affluent, 46:37:00 E, 19:42:05 S, 1075m : *M. scriptum*,
- St03-26 - TSIRIBIHINA - Mania, Ankotrofotsy. 45:32:25 E, 19:48:05 S, 180m : *M. sp. C*
- St03-28 - TSIRIBIHINA - Affluent non nommé, 46:01:50 E, 19:36:10 S, 820m : *L. conicum*, *L. sylveri*, *M. scriptum*,
- St04-10 - ONILAHY - Sahavatoy Aff. de l'Ilanana, Ampandrabe. 45:43:45 E, 22:38:24 S, 910m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St04-11 - ONILAHY - Onilahy, 44:33:53 E, 23:32:18 S, 123m : *M. scriptum*,
- St04-13 - ONILAHY - Isoanala, Isoanala. 45:42:34 E, 23:50:23 S, 674m : *M. adpictum*,
- St04-15 - ONILAHY - Ianakandrarezo, Piscine naturelle. 45:20:57 E, 22:33:03 S, 850m : *L. conicum*, *M. scriptum*,
- St04-16 - ONILAHY - Affluent non nommé, Relais de la Reine. 45:19:25 E, 22:38:37 S, 810m : *M. scriptum*,
- St04-17 - ONILAHY - Aff. de Ihazofotsy, Ambatofotsy (Horombe). 45:40:43 E, 22:30:49 S, 910m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*,
- St07-01 - MANGORO - Mangoro, Mangoro (pont routier). 48:06:32 E, 18:52:32 S, 840m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum* *M. sp. D*
- St07-02 - MANGORO - Manambolo, Aval Ambatoloana. 47:53:30 E, 18:54:35 S, 1350m : *L. displicens*, *M. scriptum*,
- St07-03 - MANGORO - Aff. de Mangoro, 1 km de Sahafitahana. 48:13:39 E, 18:59:42 S, 880m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St07-07 - MANGORO - Sahamarirana, Antsily. 48:07:18 E, 19:00:57 S, 860m : *Am. senegalensis*, *M. sp. D*
- St07-08 - MANGORO - Aff. Ankeniheny, Manjakatempo Ankaratra. 47:18:46 E, 19:21:23 S, 1700m : *M. adpictum*,
- St07-10 - MANGORO - Mandraka Aff. de Mangoro, 2 km en aval d'Ambodinifody. 48:03:12 E, 18:52:06 S, 1060m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St07-12 - MANGORO - Ankerana, 1 km d'Antsily. 48:07:32 E, 19:00:00 S, 866m : *M. scriptum*,
- St07-14 - MANGORO - Manambolo, Anjiro. 48:02:44 E, 18:52:30 S, 865m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St07-19 - MANGORO - Affluent non nommé, Station forestière Mandraka. 47:55:27 E, 18:54:49 S, 1200m : *L. displicens*, *M. scriptum*,
- St07-21 - MANGORO - Affluent non nommé, Réserve Manjakatempo Ankaratra. 47:19:11 E, 19:21:00 S, 1800m : *L. affine*
- St07-23 - MANGORO - Affluent non nommé, Réserve Manjakatempo Ankaratra. 47:20:18 E, 19:20:40 S, 1640m : *M. scriptum*,
- St07-24 - MANGORO - Affluent non nommé, Réserve Manjakatempo Ankaratra. 47:19:59 E, 19:20:23 S, 1675m : *M. scriptum*,
- St07-29 - MANGORO - Manambolo, Deversoir Mantasoa. 47:53:03 E, 18:57:13 S, 1375m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St07-30 - MANGORO - Manambolo, Près d'Anjiro. 48:01:17 E, 18:52:58 S, 868m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St07-31 - MANGORO - Manambolo, Mandraka. 47:56:10 E, 18:55:23 S, 1025m : *M. scriptum*,
- St07-32 - MANGORO - Manambolo, Mandraka. 47:55:58 E, 18:55:17 S, 1050m : *L. displicens*, *M. scriptum*,
- St07-33 - MANGORO - Manambolo, Pont de chemin de fer. 48:03:56 E, 18:51:50 S, 864m : *M. scriptum*,
- St07-35 - MANGORO - Manambolo, Mandraka. 47:54:53 E, 18:54:33 S, 1200m : *M. scriptum*,
- St07-36 - MANGORO - Manambolo, 19 km de Manjakandriana. 47:55:48 E, 18:55:00 S, 1175m : *M. sp. E*, *M. scriptum*,
- St07-39 - MANGORO - Tsaratanana, Ankirihitra. 47:17:37 E, 19:23:00 S, 1700m : *L. displicens*
- St08-02 - MANANARA-SUD - Sahambano, Sahambano. 46:17:37 E, 22:29:21 S, 570m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St10-02 - MANAMBOLO - Manambolo, Bekopaka. 44:45:43 E, 19:09:17 S, 40m : *M. adpictum*, *M. sp. C*
- St10-04 - MANAMBOLO - Aff. de Manambolo, Bekopaka. 44:51:53 E, 19:03:57 S, 300m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*
- St103-02 - AMPANGALANA - Ampangalana, Anosy près de Manakara. 48:03:28 E, 22:03:37 S, 6m : *Am. senegalensis*
- St104-01 - ANTONGOMBATO - Makis, Camp base WWF. 49:10:09 E, 12:31:40 S, 1075m : *L. conicum*, *M. sp. I*
- St104-02 - ANTONGOMBATO - Makis, Camp base. 49:10:21 E, 12:31:27 S, 1030m : *M. sp. V*
- St104-03 - ANTONGOMBATO - Makis, 75 mètres en aval de P189. 49:10:21 E, 12:31:38 S, 1050m : *M. sp. V*
- St104-06 - ANTONGOMBATO - Makis, 100m en aval Gde Cascade. 49:10:14 E, 12:29:17 S, 675m : *L. conicum*, *M. sp. I*
- St104-07 - ANTONGOMBATO - Makis, 50m en amont de p201. 49:10:14 E, 12:29:23 S, 690m : *L. conicum*,

- St104-09 - ANTONGOMBATO - Antongombato, 49:14:37 E, 12:19:32 S, 20m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St104-10 - ANTONGOMBATO - Makis, Mt Ambre - Aval. 49:10:22 E, 12:31:31 S, 1040m : *L. conicum*,
- St105-01 - SAHANKAZO - Daraina, 49:24:02 E, 12:29:12 S, 88m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St105-02 - SAHANKAZO - Antsandrangotika, 5km au Nord de p205. 49:23:46 E, 12:28:40 S, 50m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St105-03 - SAHANKAZO - Sakaramy, 49:17:21 E, 12:26:50 S, 275m : *L. conicum*, *M. adpictum*, *M. scriptum*.
- St105-04 - SAHANKAZO - Antsahamaiky, 21 km de Joffre ville. 49:24:52 E, 12:30:03 S, 75m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St105-05 - SAHANKAZO - Sahasifotra, Sahasifotra. 49:17:43 E, 12:27:53 S, 250m : *L. conicum*, *L. sp. D*, *M. scriptum*,
- St106-01 - SAHARENANA - Andranomena, Analandrainiboto. 49:22:25 E, 12:36:16 S, 175m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St106-02 - SAHARENANA - Saharenana, Pont routier. 49:23:38 E, 12:34:36 S, 95m : *M. adpictum*,
- St106-03 - SAHARENANA - Saharenana, Ambahivahibe. 49:16:38 E, 12:34:44 S, 422m : *L. conicum*, *M. scriptum*,
- St107-05 - IVOLOINA - Petit affluent, Ambonivato. 49:21:32 E, 18:02:44 S, 30m : *M. scriptum*,
- St107-06 - IVOLOINA - Ivoloina, Sarahimbola. 49:21:05 E, 18:02:02 S, 30m : *M. scriptum*, *M. sp. D*
- St108-01 - TARANTSY - Tarantsy, Bevilany. 46:35:28 E, 25:00:13 S, 75m : *M. adpictum*,
- St108-04 - TARANTSY - Tarantsy, Antsovelo. 46:28:12 E, 25:04:47 S, 20m : *M. adpictum*,
- St109-02 - BC F-Dauphin/Manampanihy - Antorendrika, Belavenoka. 47:05:02 E, 24:50:18 S, 20m : *M. placidum*, *M. scriptum*,
- St109-04 - BC F-Dauphin/Manampanihy - Anandrano, 46:58:53 E, 24:56:43 S, 12m : *M. scriptum*, *M. sp. N*
- St12-01 - MANDRARE - Andratina, Imanambo. 45:57:32 E, 24:20:20 S, 213m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-03 - MANDRARE - Mandrare, Anadabolava. 46:18:30 E, 24:13:18 S, 209m : *M. adpictum*, *M. scriptum*, *M. sp. C*, *M. sp. K*
- St12-04 - MANDRARE - Affluent non nommé, Amboanemba. 46:27:45 E, 24:40:33 S, 223m : *M. adpictum*,
- St12-08 - MANDRARE - Sambalaly, Talakifeno. 46:40:59 E, 24:49:55 S, 145m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-09 - MANDRARE - Imonty, Imonty. 46:41:27 E, 24:28:50 S, 175m : *M. adpictum*,
- St12-10 - MANDRARE - Mananara, Betanimena. 46:39:20 E, 24:48:17 S, 118m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-14 - MANDRARE - Sahandrojo, Betenina. 46:25:25 E, 24:25:12 S, 325m : *M. adpictum*,
- St12-15 - MANDRARE - Bezavo, Iloty. 46:36:32 E, 24:38:10 S, 525m : *M. adpictum*,
- St12-16 - MANDRARE - Marotoko, Amont de Hazofotsy. 46:35:46 E, 24:48:47 S, 98m : *M. adpictum*,
- St12-17 - MANDRARE - Mananara, Hazofotsy. 46:35:46 E, 24:48:57 S, 98m : *M. adpictum*,
- St12-19 - MANDRARE - Mananara-Sud, Près d'Amboasary. 46:26:34 E, 24:51:03 S, 46m : *M. adpictum*,
- St12-20 - MANDRARE - Marotoko, 2 km après Mananara. 46:38:50 E, 24:44:02 S, 275m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-21 - MANDRARE - Aff. de Mananara, Amboanemba. 46:27:45 E, 24:40:40 S, 223m : *M. adpictum*,
- St12-22 - MANDRARE - Manambolo, 7 km de Berohanga. 46:35:11 E, 24:35:07 S, 440m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-23 - MANDRARE - Bezavo, Berohanga près de Lotibe. 46:36:07 E, 24:38:57 S, 550m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-25 - MANDRARE - Aff. de Mandrare, Entre Tranomaro et Tsvivory. 46:24:25 E, 24:24:27 S, 280m : *M. adpictum*,
- St12-26 - MANDRARE - Affluent non nommé, Tsvivory. 46:00:21 E, 24:06:43 S, 324m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-27 - MANDRARE - Sakamamba, Imanombo. 45:45:59 E, 24:28:32 S, 340m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-29 - MANDRARE - Antalimanga, Besomosoy. 46:27:59 E, 24:05:45 S, 272m : *M. adpictum*,
- St12-30 - MANDRARE - Affluent non nommé, Près Andaza. 46:34:05 E, 24:03:16 S, 315m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-31 - MANDRARE - Aff. de Sohitay, Ankazomanga. 46:37:23 E, 24:02:37 S, 430m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St12-33 - MANDRARE - Manambolo Aff. de Mandrare, Maromby. 46:34:39 E, 24:23:36 S, 345m : *M. adpictum*,
- St12-34 - MANDRARE - Aff. Abetolo, Esira. 46:41:07 E, 24:18:00 S, 400m : *M. adpictum*,
- St12-35 - MANDRARE - Anatanatra, Entre Esira et Maroasara. 46:39:04 E, 24:17:37 S, 325m : *M. adpictum*,
- St12-36 - MANDRARE - Betroky, Tranomaro. 46:28:30 E, 24:35:47 S, 260m : *M. adpictum*,
- St12-37 - MANDRARE - Esomony, Esomony. 46:37:28 E, 24:30:53 S, 475m : *M. adpictum*,
- St12-38 - MANDRARE - Sakamalio, Andohahela. 46:40:56 E, 24:32:07 S, 750m : *L. conicum*, *L. sylveri*, *M. scriptum*,
- St12-39 - MANDRARE - Sakamalio, Andohahela. 46:40:49 E, 24:32:13 S, 725m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St14-01 - MENARANDRA - Affluent non nommé, 45:40:11 E, 24:10:07 S, 525m : *M. adpictum*,
- St14-02 - MENARANDRA - Menarandra, Tranoroa. 45:02:55 E, 24:43:08 S, 200m : *M. adpictum*, *M. scriptum*, *M. sp. C*, *M. sp. K*
- St16-01 - FIHERENANA - Manamboay, Beba Manamboay. 44:36:00 E, 22:49:41 S, 470m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St16-02 - FIHERENANA - Ranolava, Andranolava. 44:41:14 E, 22:39:50 S, 523m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St16-05 - FIHERENANA - Mare, Voandelaka. 44:35:03 E, 22:51:35 S, 530m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St16-06 - FIHERENANA - Fihierenana, Tanambao. 44:24:46 E, 22:51:13 S, 329m : *M. adpictum*,
- St17-01 - RIANILA - Petite rivière de Forêt, Réserve d'Andasibe. 48:25:14 E, 18:54:37 S, 890m : *L. displicens*, *M. scriptum*, *P. guttatus*
- St17-02 - RIANILA - Aff. Sahatandra, Moramanga. 48:29:12 E, 18:56:27 S, 800m : *M. scriptum*,
- St17-04 - RIANILA - Ilazana, Gri-gri. 48:36:41 E, 18:58:54 S, 430m : *M. placidum*, *M. scriptum*,
- St17-05 - RIANILA - Affluent non nommé, Camp : route vers Lakato. 48:21:50 E, 19:03:30 S, 1075m : *M. scriptum*, *M. sp. E*, *P. guttatus*
- St17-06 - RIANILA - Sahatandra, Ambodirina. 48:20:28 E, 19:01:32 S, 980m : *M. sp. V*, *M. scriptum*, *M. sp. M*
- St17-08 - RIANILA - Affluent non nommé, Route Lakato. 48:21:38 E, 19:03:07 S, 1050m : *M. scriptum*,
- St17-09 - RIANILA - Aff. de Sahatandra, Andasibe. 48:24:54 E, 18:55:53 S, 975m : *L. displicens*, *M. scriptum*,
- St17-11 - RIANILA - Beforona, Beforona. 48:35:14 E, 18:57:57 S, 575m : *M. scriptum*,
- St17-12 - RIANILA - Ranomafana, Ranomafana RN2. 48:50:51 E, 18:57:48 S, 25m : *Am. senegalensis*
- St17-14 - RIANILA - Mahatsara, Piste vers Brickaville. 49:01:14 E, 18:56:25 S, 12m : *M. scriptum*,
- St17-15 - RIANILA - Rongaronga, Ambodifahy. 49:04:50 E, 18:47:53 S, 20m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*, *M. sp. D*
- St17-16 - RIANILA - Rianila (Ivohitra), Antseranambe. 48:59:51 E, 18:46:43 S, 24m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St17-18 - RIANILA - Ambodiriana, Ambodiriana Aff. de Rianila. 48:59:18 E, 18:53:00 S, 30m : *M. scriptum*,
- St17-19 - RIANILA - Sahatiravona, Ampasipotsy-pont routier. 48:51:22 E, 18:54:58 S, 32m : *M. scriptum*,
- St17-20 - RIANILA - Sandragiro, Tanambao-Pont routier. 48:50:54 E, 18:56:24 S, 30m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St17-21 - RIANILA - Farimbony, Village 202 (Pont routier RN2). 48:43:50 E, 18:58:29 S, 200m : *M. placidum*, *M. scriptum*,

- St17-23 - RIANILA - Aff. de Sahatandra, Andasibe en Amont. 48:24:07 E, 18:54:26 S, 914m : *M. scriptum*,
- St17-29 - RIANILA - Rongaronga, Sahavalaina. 49:07:06 E, 18:35:30 S, 20m : *M. scriptum*,
- St17-30 - RIANILA - Sahatandra, Aval cascade de Lakato. 48:20:39 E, 19:01:35 S, 975m : *M. sp. V, M. scriptum*,
- St17-31 - RIANILA - Affluent non nommé, Route Lakato. 48:21:48 E, 19:02:40 S, 1050m : *L. displicens, L. sylveri*
- St17-39 - RIANILA - Affluent non nommé, 6 km à l'Ouest de Sahavalaina. 49:04:03 E, 18:34:43 S, 45m : *M. scriptum*,
- St17-41 - RIANILA - Sahanavo, Tanambao rivière. 49:03:30 E, 18:34:07 S, 50m : *M. sp. D*
- St18-03 - MANANJARY - Fotobohitra, 1 km avant Kianjavato (Amont). 47:51:38 E, 21:22:36 S, 75m : *Am. senegalensis, M. scriptum*,
- St18-04 - MANANJARY - Fotobohitra, FOFIFA Kianjavato (Aval). 47:52:00 E, 21:22:39 S, 50m : *M. scriptum*,
- St18-07 - MANANJARY - Ivanana, Sandrakely. 47:38:18 E, 21:06:27 S, 520m : *M. placidum, M. scriptum*,
- St18-08 - MANANJARY - Antsahalava, Près d'Ambodiakatra. 48:01:12 E, 21:22:50 S, 60m : *M. scriptum*,
- St18-09 - MANANJARY - Mananjary, Marokarima. 48:08:21 E, 21:13:07 S, 5m : *Am. senegalensis, M. scriptum, M. sp. D*
- St18-11 - MANANJARY - Vintanona, Andranomaitso. 47:45:14 E, 21:20:37 S, 320m : *M. scriptum*,
- St18-12 - MANANJARY - Affluent non nommé, Andranomaitso. 47:45:07 E, 21:20:40 S, 320m : *M. scriptum*,
- St27-01 - MATITANANA - Rienana, Angado. 47:33:25 E, 22:15:39 S, 20m : *M. scriptum, M. sp. D*
- St27-02 - MATITANANA - Matitanana, Angado. 47:33:40 E, 22:15:20 S, 15m : *M. scriptum*,
- St27-03 - MATITANANA - Manakajafo Aff. de Matitanana, Marofody. 47:43:00 E, 22:17:16 S, 3m : *Am. senegalensis, M. scriptum, M. sp. N*
- St27-05 - MATITANANA - Matitanana, Nato. 47:49:32 E, 22:18:36 S, 43m : *Am. senegalensis, M. sp. D*
- St27-07 - MATITANANA - Maintimbahatra AFF. de Matitan, Amont du Bac Ankarimbelo. 47:19:46 E, 22:07:32 S, 480m : *M. scriptum*,
- St27-08 - MATITANANA - Matitanana, En aval du Bac d'Ankarimbelo. 47:20:14 E, 22:08:00 S, 460m : *M. placidum, M. scriptum*,
- St27-10 - MATITANANA - Manambondro, Pont vers Ankarimbelo. 47:28:32 E, 22:11:13 S, 32m : *M. scriptum*,
- St27-11 - MATITANANA - Ariambola Aff. de Manambondro, Pont vers Ariambola. 47:28:46 E, 22:11:04 S, 34m : *M. scriptum*,
- St27-12 - MATITANANA - Ivolosy Aff. de Rienana, Mahavelo (Ancien pont). 47:21:39 E, 22:21:58 S, 280m : *M. scriptum*,
- St27-13 - MATITANANA - Rienana Aff. de Matitanana, Mahavelo. 47:22:01 E, 22:21:42 S, 190m : *M. placidum, M. scriptum, M. sp. D*
- St30-01 - MANAMPATRANA - Iantara, Andringitra. 47:01:53 E, 22:13:23 S, 1370m : *M. sp. V*
- St30-03 - MANAMPATRANA - Iantara, Andringitra Camp 1. 47:01:50 E, 22:13:28 S, 1350m : *L. displicens, M. sp. V*
- St30-04 - MANAMPATRANA - Lalangina, Aff. de l'Iantara. 47:01:53 E, 22:13:35 S, 1380m : *M. sp. V*
- St30-05 - MANAMPATRANA - Sahanivoraky, Aff. de l'Iantara. 47:00:41 E, 22:13:33 S, 1400m : *L. conicum, M. sp. E, M. Sp. V, M. sp. X, M. sp. D*
- St30-06 - MANAMPATRANA - Sahavatoy, Andringitra Camp 2. 47:00:50 E, 22:13:33 S, 1390m : *L. milae, M. sp. V*
- St30-07 - MANAMPATRANA - Pt Aff. de Sahavatoy, Andringitra Camp 2. 47:00:46 E, 22:13:28 S, 1400m : *M. sp. G*
- St30-08 - MANAMPATRANA - Aff. de Sahavatoy, Andringitra Camp 3. 46:58:30 E, 22:12:50 S, 1210m : *M. sp. V*
- St30-13 - MANAMPATRANA - Ivakotra, Andringitra Camp 5. 47:02:28 E, 22:11:32 S, 1380m : *M. sp. V*
- St30-14 - MANAMPATRANA - Manampatrana, Bac près Mahafasa. 47:41:21 E, 22:41:19 S, 30m : *Am. senegalensis, M. adpictum, M. scriptum, M. sp. D*
- St30-15 - MANAMPATRANA - Manandavana Aff. de Manapatrana, Evato. 47:41:50 E, 22:37:45 S, 45m : *M. scriptum, M. sp. D*
- St30-16 - MANAMPATRANA - Manambavana, Evato. 47:41:18 E, 22:36:32 S, 46m : *Am. senegalensis, M. scriptum, M. sp. D*
- St30-17 - MANAMPATRANA - Namorana Aff. de Manampatrana, Village Tsararano. 47:20:11 E, 22:48:55 S, 100m : *M. scriptum*,
- St30-18 - MANAMPATRANA - Namorana, en aval de P0441. 47:20:43 E, 22:48:23 S, 129m : *M. adpictum, M. placidum, M. scriptum*,
- St30-19 - MANAMPATRANA - Manandavana, Mahatsinjo-Bc (Bac). 47:21:13 E, 22:28:57 S, 210m : *M. scriptum*,
- St30-20 - MANAMPATRANA - Nakoay Aff. de Manambavana, Pont routier Mahavelo.. 47:19:49 E, 22:32:50 S, 280m : *M. scriptum*,
- St30-21 - MANAMPATRANA - Manampatrana, Mahazoalala. 47:17:49 E, 22:40:55 S, 170m : *M. placidum, M. scriptum, M. sp. D*
- St30-22 - MANAMPATRANA - Manampatrana, Village Mahazoalala. 47:18:19 E, 22:41:04 S, 130m : *M. scriptum*,
- St32-02 - IVONDRO - Manambolo, Ampasimadinika. 49:09:51 E, 18:24:53 S, 44m : *M. placidum*,
- St41-01 - MANAMPANIHY - Aff. de Manampanihy, Fenoevo. 46:53:39 E, 24:41:00 S, 72m : *M. scriptum*,
- St41-05 - MANAMPANIHY - Manampanihy, Manantenina (bac). 47:18:57 E, 24:16:08 S, 2m : *M. scriptum*,
- St41-06 - MANAMPANIHY - Manampanihy, Enosiary. 46:49:19 E, 24:40:37 S, 98m : *M. placidum, M. scriptum, M. sp. D*
- St41-07 - MANAMPANIHY - Andranohela, Bevoay. 46:49:25 E, 24:40:00 S, 98m : *M. placidum, M. scriptum*,
- St41-09 - MANAMPANIHY - Andranohela, Camp I Andohahela. 46:45:34 E, 24:36:43 S, 525m : *L. milae, M. sp. O, P. guttatus*
- St41-12 - MANAMPANIHY - Andranohela, Camp II Andohahela. 46:44:25 E, 24:35:47 S, 850m : *L. milae, M. sp. O*
- St41-13 - MANAMPANIHY - Aff. d'Andohahela, Camp II Andohahela. 46:44:09 E, 24:35:40 S, 925m : *L. sp. E, M. sp. O*
- St41-15 - MANAMPANIHY - Andranohela, Camp II Andohahela. 46:44:19 E, 24:35:33 S, 900m : *L. milae, M. sp. O*
- St43-01 - NAMORONA - Affluent non nommé, 7 km aval. 47:31:03 E, 21:16:35 S, 580m : *M. placidum, M. scriptum*,
- St43-02 - NAMORONA - Namorona, Ranomafana. 47:27:18 E, 21:15:37 S, 725m : *M. adpictum, M. scriptum*,
- St43-03 - NAMORONA - Aff. de Namorona, 47:59:09 E, 21:35:38 S, 35m : *M. scriptum*,
- St43-05 - NAMORONA - Aff. de Namorona, Ranomafana (Parc National). 47:25:23 E, 21:15:43 S, 1225m : *L. milae*
- St43-10 - NAMORONA - Namorona, Ranomafana. 47:27:09 E, 21:15:30 S, 725m : *L. displicens, M. adpictum, M. scriptum*,
- St43-11 - NAMORONA - Namorona, Ranomafana. 47:27:05 E, 21:15:20 S, 725m : *M. adpictum, M. scriptum*,
- St43-12 - NAMORONA - Ambatoharanana, Ranomafana. 47:27:34 E, 21:15:15 S, 800m : *L. milae*
- St43-14 - NAMORONA - Namorona, 7km en amont de Vohiparara. 47:21:43 E, 21:11:42 S, 1200m : *M. adpictum, M. scriptum*,
- St43-15 - NAMORONA - Namorona, 6,5 km en amont de Vohiparara. 47:21:55 E, 21:11:47 S, 1190m : *M. adpictum, M. scriptum*,
- St43-16 - NAMORONA - Aff. de Namorona, 6,5 km de Vohiparara. 47:21:53 E, 21:11:37 S, 1200m : *M. scriptum, M. sp. K*
- St43-17 - NAMORONA - Aff. de Namorona, 1 km de Vohiparara. 47:22:43 E, 21:13:53 S, 1200m : *M. scriptum*,
- St43-18 - NAMORONA - Aff. de Namorona, Près de 1,8 km de Vohiparara. 47:23:00 E, 21:14:52 S, 1125m : *M. adpictum, M. scriptum*,
- St43-19 - NAMORONA - Namorona, 47:31:46 E, 21:16:40 S, 580m : *M. scriptum*,
- St43-20 - NAMORONA - Namorona, 300 m en aval de P0224. 47:31:53 E, 21:16:43 S, 580m : *L. sp. H, M. scriptum*,
- St43-21 - NAMORONA - Namorona, Route Ifanadiana-Tolongoina. 47:35:55 E, 21:22:40 S, 500m : *M. scriptum*,
- St43-22 - NAMORONA - Sahamilamaka, Ambiabe. 47:35:50 E, 21:23:42 S, 435m : *M. scriptum*,

- St43-23 - NAMORONA - Sahavatoina, Ambohimisafy. 47:36:00 E, 21:25:07 S, 480m : *M. scriptum*,
- St43-24 - NAMORONA - Namorona, Pont Namorona. 47:58:31 E, 21:31:55 S, 40m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St43-25 - NAMORONA - Namorona, Ambahona. 48:07:21 E, 21:35:20 S, 20m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*, M. sp. D
- St43-28 - NAMORONA - Aff. de Namorona, 47:58:21 E, 21:35:25 S, 40m : *M. scriptum*,
- St43-29 - NAMORONA - Aff. de Namorona, Tsarafidy. 47:16:03 E, 21:13:02 S, 1260m : *M. scriptum*,
- St43-32 - NAMORONA - Tsaratango, Tsaratango. 47:31:50 E, 21:16:33 S, 585m : *M. placidum*, *M. scriptum*,
- St43-33 - NAMORONA - Affluent non nommé, Zone de Recherche. 47:25:15 E, 21:15:50 S, 1230m : *L. milae*
- St43-34 - NAMORONA - Affluent non nommé, Hotel Domaine nature. 47:26:36 E, 21:15:07 S, 780m : *M. scriptum*,
- St43-35 - NAMORONA - Tamara, 4 km en amont de Ranomafana. 47:25:37 E, 21:14:45 S, 850m : *M. scriptum*,
- St43-38 - NAMORONA - Aff. de Namorona, Dans la réserve. 47:25:11 E, 21:15:47 S, 1225m : *L. affine*, *L. displicens*
- St43-40 - NAMORONA - Namorona, En bas de l'Hôtel Manja. 47:27:28 E, 21:15:40 S, 724m : *M. scriptum*,
- St43-41 - NAMORONA - Tsaratango, En amont du 636. 47:31:35 E, 21:16:20 S, 537m : L. sp. H, *M. placidum*, *M. scriptum*,
- St43-42 - NAMORONA - Affluent non nommé, Parc National. 47:25:17 E, 21:15:53 S, 1260m : *L. milae*
- St44-01 - LOKOHO - Marolakana, Ranomafana (Camp I). 49:31:00 E, 14:46:00 S, 900m : *M. scriptum*,
- St44-02 - LOKOHO - Affluent non nommé, Camp II. 49:27:07 E, 14:44:07 S, 1500m : *L. affine*, M. sp. G
- St44-03 - LOKOHO - Manantenina, Marojejy Camp I. 49:46:20 E, 14:26:02 S, 450m : *L. zahradniki*, M. sp. R
- St44-04 - LOKOHO - Affluent non nommé, Marojejy Camp I. 49:46:18 E, 14:25:50 S, 500m : *L. zahradniki*, M. sp. R
- St44-05 - LOKOHO - Affluent non nommé, Marojejy Camp I. 49:46:10 E, 14:25:47 S, 550m : *L. zahradniki*, M. sp. S
- St44-06 - LOKOHO - Affluent non nommé, Marojejy Camp I. 49:46:10 E, 14:25:17 S, 490m : *L. zahradniki*, M. sp. P
- St44-10 - LOKOHO - Manantenina, Marojejy Camp I. 49:46:07 E, 14:26:03 S, 480m : *L. zahradniki*
- St44-12 - LOKOHO - Affluent non nommé, Marojejy Camp I. 49:46:17 E, 14:26:13 S, 460m : M. sp. R
- St44-13 - LOKOHO - Affluent non nommé, Marojejy Camp II. 49:45:37 E, 14:26:10 S, 750m : *L. zahradniki*, M. sp. S, M. sp. T
- St44-14 - LOKOHO - Affluent non nommé, Marojejy Camp II. 49:45:33 E, 14:26:05 S, 750m : M. sp. Q, M. sp. R
- St44-17 - LOKOHO - Affluent non nommé, Marojejy Camp II. 49:45:30 E, 14:26:07 S, 800m : M. sp. T
- St44-23 - LOKOHO - Andranomifotatra, Marojejy Camp III. 49:44:05 E, 14:26:02 S, 1225m : M. sp. G
- St44-24 - LOKOHO - Andranomifotatra, Marojejy Camp II. 49:45:07 E, 14:26:00 S, 750m : M. sp. U
- St46-02 - SAKANILA - Lakato, Route Lakato. 48:25:08 E, 19:08:33 S, 690m : *M. placidum*, *M. scriptum*,
- St46-03 - SAKANILA - Vakoho, Route Lakato. 48:23:57 E, 19:07:13 S, 820m : L. sp. H, *M. scriptum*,
- St63-01 - IRODO - Irodo, Ankarongana-Mt Ambre. 49:26:37 E, 12:39:57 S, 25m : *Am. senegalensis*, *M. adpictum*,
- St63-02 - IRODO - Antsakoabe, Antsakoakely. 49:15:00 E, 12:39:00 S, 520m. *L. conicum*, *M. scriptum*,
- St85-01 - ANOVE A IVONDRO - Affluent non nommé, Tampolo. 49:25:00 E, 17:17:07 S, 10m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*, M. sp. J
- St85-02 - ANOVE A IVONDRO - Affluent non nommé, Tampolo. 49:25:40 E, 17:17:07 S, 8m : *M. scriptum*, M. sp. J
- St85-03 - ANOVE A IVONDRO - Affluent non nommé, Tampolo. 49:24:43 E, 17:16:37 S, 19m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*, M. sp. D
- St85-04 - ANOVE A IVONDRO - Iazafo, Ramena. 49:22:43 E, 17:27:33 S, 50m : *M. scriptum*, M. sp. D
- St85-05 - ANOVE A IVONDRO - Petit affluent, Ramena. 49:23:07 E, 17:27:40 S, 50m : *Am. senegalensis*, *M. scriptum*,
- St89-01 - EFAHO - Efaho, Ifarantsa. 46:52:12 E, 24:55:37 S, 20m : *M. adpictum*, *M. placidum*, *M. scriptum*,
- St89-02 - EFAHO - Efaho, Soanierana. 46:52:07 E, 24:48:20 S, 20m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St89-03 - EFAHO - Affluent non nommé, Ranopiso I ambany. 46:40:23 E, 25:02:13 S, 45m : *M. scriptum*,
- St89-04 - EFAHO - Ambahibe, Isaka - Ivondro. 46:51:46 E, 24:47:03 S, 50m : *M. scriptum*,
- St89-05 - EFAHO - Ambahibe, Isaka - Ivondro. 46:51:53 E, 24:46:47 S, 70m : *L. conicum*, *M. placidum*, *M. scriptum*,
- St89-08 - EFAHO - Ambahibe, Ezoambo. 46:51:59 E, 24:49:10 S, 25m : *M. adpictum*, *M. placidum*, *M. scriptum*,
- St89-09 - EFAHO - Affluent non nommé, Manambaro. 46:34:32 E, 25:01:27 S, 20m : *M. adpictum*, *M. scriptum*,
- St89-10 - EFAHO - Antsanira, Ranopiso II ambony. 46:39:30 E, 25:01:27 S, 100m : *M. scriptum*,
- St89-13 - EFAHO - Petit affluent, 46:52:11 E, 24:46:38 S, 120m : *M. adpictum*, *M. placidum*, *M. scriptum*,
- St98-02 - ILES DE L'EST - Non nommée, Ste Marie Lonkinty. 49:53:03 E, 16:53:03 S, 2m : *M. scriptum*,