

# RAPPORT FINAL



**Nathalie MARY, Alain DUTARTRE, Philippe KEITH,  
Gérard MARQUET, Pierre SASAL**

Septembre 2006

## **Remerciements**

*Ce travail aurait sans nul doute été irréalisable sans le soutien financier de :*

- *La Fondation d'Entreprise TOTAL pour la Biodiversité et la Mer,*
- *Total Pacifique,*
- *Le Ministère de l'Outre Mer,*
- *Le Service de l'Environnement de Wallis et Futuna.*

*Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé à ce travail et qui nous ont permis de mener à bien la mission de terrain.*

*Nous remercions en particulier :*

- *Le roi et les autorités coutumières de Wallis,*
- *le roi et les autorités coutumières du Royaume de Sigawe (Futuna),*
- *le roi et les autorités coutumières du Royaume d'Alo (Futuna),*
- *Monsieur le Préfet de Wallis,*
- *Monsieur le Délégué du Préfet à Futuna et toute son équipe pour leur accueil et leur aide logistique.*

*Nos plus vifs remerciements vont également à :*

- *Paino Vanai, chef du Service de l'Environnement de Wallis et Futuna et à toute son équipe dont Matthieu Juncker et Sosefo,*
- *au chef du Service de l'Economie Rurale de Futuna et à Besamino,*
- *au personnel du Service des Affaires Culturelles de Futuna.*

*Un grand merci à Didier Labrousse pour son aide précieuse dans toute la logistique de la mission de terrain et pour son amitié, ainsi qu'à Clémentine Flouhr pour sa contribution aux échantillonnages des cours d'eau de Futuna et sa bonne humeur constante.*

*Merci également aux populations de Wallis et Futuna pour leur accueil chaleureux et plus particulièrement à Nassalio Leleivai pour sa convivialité et son professionnalisme.*

Ce document doit être référencé comme suit :

Mary N., Dutartre A., Keith P., Marquet G. & Sasal P., 2006. Biodiversité des eaux douces de Wallis et Futuna, Mission d'octobre 2004. Rapport final, Ministère de l'Outre-Mer. 84 p. + annexes.

# TABLE DES MATIÈRES

---

Table des matières.....	ii
<b>Résumé .....</b>	<b>1</b>
<b>Composition de l'équipe de travail.....</b>	<b>3</b>
<b>1 Introduction .....</b>	<b>5</b>
<b>2 Méthodologie .....</b>	<b>6</b>
2.1 La zone d'étude .....	6
2.1.1 Caractéristiques générales .....	6
2.1.2 L'eau à Wallis et Futuna .....	7
2.1.3 Les tarodières de Wallis et Futuna .....	7
2.2 Période d'échantillonnage .....	8
2.3 Les sites étudiés.....	8
2.4 Les travaux d'échantillonnage .....	17
2.4.1 Les poissons et crustacés décapodes .....	17
2.4.2 Les macroinvertébrés benthiques.....	19
2.4.3 Les parasites de poissons .....	22
2.4.4 Les végétaux aquatiques.....	22
2.5 Mesures physico-chimiques et mésologiques réalisées.....	24
2.5.1 Paramètres physico-chimiques.....	24
2.5.2 Paramètres mésologiques estimés.....	25
2.6 Le traitement des échantillons.....	26
2.6.1 Poissons et crustacés décapodes .....	26
2.6.2 La macrofaune benthique .....	26
2.6.3 Les parasites de poisson .....	27
2.6.4 Les végétaux aquatiques.....	27
<b>3 Résultats .....</b>	<b>28</b>
3.1 Qualité physico-chimique des milieux dulçaquicoles de Wallis et Futuna .....	28
3.1.1 Température et pH.....	28
3.1.2 Oxygène dissous .....	28
3.1.3 Minéralisation et ions majeurs .....	28
3.1.4 Teneurs en matières organiques et en nitrates .....	29
3.2 Les poissons et les crustacés décapodes de Wallis et Futuna .....	32
3.2.1 Aspects écologiques et taxonomiques .....	32
3.2.2 La zonation des cours d'eau de Futuna.....	38
3.2.3 Aspects biogéographiques .....	40
3.3 Les macroinvertébrés benthiques .....	43

3.3.1	Aspects taxonomiques.....	43
3.3.2	Composition des peuplements benthiques de Wallis et de Futuna .....	51
3.4	Les parasites de poissons .....	58
3.5	Les végétaux aquatiques.....	59
3.5.1	Paramètres de répartition des plantes aquatiques et caractéristiques des milieux aquatiques de Wallis et Futuna .....	60
3.5.2	Les Angiospermes .....	61
3.5.3	Algues macrophytes .....	64
3.5.4	Les Bryophytes .....	67
3.5.5	Les algues du "périphyton" .....	68
3.5.6	Conclusions .....	68
<b>4</b>	<b>Conclusions, discussion .....</b>	<b>70</b>
4.1	Biodiversité des milieux dulçaquicoles .....	70
4.2	Conservation et gestion des espèces.....	73
4.3	Valorisation des résultats.....	74
<b>5</b>	<b>Recommandations .....</b>	<b>75</b>
<b>6</b>	<b>Références .....</b>	<b>77</b>
<b>7</b>	<b>Glossaire .....</b>	<b>81</b>
<b>ANNEXES .....</b>		<b>85</b>

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 2.1 : Sites prospectés à Wallis et à Futuna .....	10
Tableau 2.2 : Poissons disséqués pour recherche de parasites .....	22
Tableau 2.3 : Prélèvements de bryophytes et de macroalgues réalisés. Ont été surlignés en grisé les prélèvements plus spécifiques, relatifs aux Characées et aux bryophytes .....	23
Tableau 3.1 : Caractéristiques physico-chimiques des stations d'étude de Wallis .....	12
Tableau 3.2 : Caractéristiques physico-chimiques des stations d'étude de Futuna.....	13
Tableau 3.3 : Liste des espèces de poissons et crustacés décapodes recensées à Wallis et à Futuna .....	33
Tableau 3.4 : Nombre de poissons et de crustacés décapodes dans différentes îles de l'Indo-Pacifique .....	40
Tableau 3.5 : Odonates prélevées à Wallis et à Futuna (larves et adultes).....	45
Tableau 3.6 : Nombre de spécimens d'hétéroptères prélevés à Wallis et à Futuna .....	46
Tableau 3.7 : Nombre de spécimens de coléoptères prélevés à Wallis et à Futuna.....	46
Tableau 3.8 : Nombre de spécimens de diptères prélevés à Wallis et à Futuna .....	47
Tableau 3.9 : Nombre de spécimens d'ostracodes prélevés à Wallis et à Futuna.....	48
Tableau 3.10 : Nombre de spécimens de mollusques prélevés à Wallis et à Futuna.....	49
Tableau 3.11 : Nombre de taxons ou d'espèces recensées à Wallis et à Futuna et estimation de l'endémicité dans chaque groupe considéré .....	50
Tableau 3.12 : Abondances relatives des principaux groupes faunistiques prélevés dans les stations d'étude de Wallis et de Futuna .....	51
Tableau 3.13 : Effectifs et abondances relatives des ordres d'insectes prélevés à Wallis et à Futuna (%) .....	53
Tableau 3.14 : Richesses taxinomiques et nombre de taxons d'odonates, de diptères et d'ostracodes des stations d'étude.....	54
Tableau 3.15 : Fréquences relatives d'apparition des taxons les mieux représentés sur l'ensemble des stations étudiées à Wallis (%).....	54
Tableau 3.16 : Exemples de taxons prélevés sur un seul site d'étude de Wallis .....	55
Tableau 3.17 : Richesses taxinomiques et nombre total de taxons d'odonates, de diptères et d'ostracodes des stations d'étude.....	56
Tableau 3.18 : Fréquences relatives d'apparition des taxons les mieux représentés sur l'ensemble des stations étudiées à Futuna (%) .....	57
Tableau 3.19 : Exemples de taxons prélevés sur un seul site d'étude de Futuna .....	57

Tableau 3.20 : Caractéristiques des milieux aquatiques d'eau douce de Wallis et Futuna limitant les potentialités d'accueil des phanérogames.....	61
Tableau 3.21 : Phanérogames recensées dans les milieux dulçaquicoles de Wallis et de Futuna .....	63
Tableau 3.22 : Algues et cyanobactéries recensées à Wallis et à Futuna.....	65
Tableau 3.23 : Bryophytes recensés à Futuna.....	67

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 2.1 : Sites échantillonnés à Wallis.....	9
Figure 2.2 : Sites échantillonnés à Futuna .....	10
Figure 2.3 : Filet de prélèvement Surber utilisé pour l'échantillonnage des milieux lotiques .....	20
Figure 2.4 : Filet Haveneau utilisé pour l'échantillonnage des milieux lentiques .....	20
Figure 3.1 : Relations entre la superficie des îles considérées et le nombre d'espèces de poissons.....	41
Figure 3.2 : Relation entre le nombre d'espèces de poissons endémiques et le nombre d'espèces de poissons introduites pour les îles considérées .....	42
Figure 3.3 : Abondances relatives des principaux groupes de macrofaune benthique à Wallis (a) et à Futuna (b) .....	52

## LISTE DES PHOTOS

---

Photo 2.1 : Lac Lanutawake Wallis (Photo A. Dutartre).....	11
Photo 2.2 : Lac Kikila Wallis (Photo A. Dutartre).....	11
Photo 2.3 : Lac Lalolalo Wallis (Photo A. Dutartre).....	11
Photo 2.4 : Source de Vaihehoni et tarodière de Ha'atofo Wallis (Photo A. Dutartre).....	11
Photo 2.5 : Plan d'eau d'Alofivai Wallis (Photo P. Sasal).....	11
Photo 2.6 : Source et tarodière de Mala'efo'ou Wallis (Photo P. Sasal).....	12
Photo 2.7 : Lac Lano à Wallis (photo A. Dutartre).....	12
Photo 2.8 : Tarodière de Falaleu Wallis (Photo P. Sasal).....	12
Photo 2.9 : Source de Vaitauolo Wallis (Photo P. Sasal).....	12
Photo 2.10: Aval de la rivière Vainifao Futuna (Photo P. Sasal).....	12
Photo 2.11 : Cours moyen de la rivière Vainifao Futuna (photo P. Sasal).....	13
Photo 2.12 : Cours moyen de la rivière Galoli Futuna (photo A. Dutartre).....	13
Photo 2.13 : Cours inférieur de la rivière Leava Futuna (photo A. Dutartre).....	13
Photo 2.14 : Cours moyen de la rivière Leava Futuna (photo A. Dutartre).....	13
Photo 2.15 : Tarodière de la rivière Leava Futuna (photo P. Sasal).....	13
Photo 2.16 : Amont de la rivière Vainifao Futuna (photo P. Sasal).....	13
Photo 2.17 : Rivière Vailasi Futuna (photo A. Dutartre).....	14
Photo 2.18 : Cours inférieur de la rivière Gutavai Futuna (photo A. Dutartre).....	14
Photo 2.19 : Cours inférieur de la rivière Sofala Futuna (photo A. Dutartre).....	14
Photo 2.20 : Cours inférieur de la rivière Sausau Futuna (photo A. Dutartre).....	14
Photo 2.21 : Barrage de la rivière Sausau Futuna (photo A. Dutartre).....	15
Photo 2.22 : Tarodière de la rivière Sausau Futuna (photo P. Sasal).....	15
Photo 2.23 : Lac Nuku Futuna (photo P. Sasal).....	16
Photo 2.24 : Sortie de la tarodière de la rivière Sauma Futuna (photo A. Dutartre).....	16
Photo 2.25 : Cours inférieur de la rivière Vainui Futuna (photo A. Dutartre).....	16
Photo 2.26 : Pêche électrique à l'estuaire de la rivière Vainifao à Futuna (Photo A. Dutartre).....	18
Photo 2.27 : Leava, cours moyen à Futuna (Photo A. Dutartre).....	18
Photo 2.28 : pêche au haveneau dans la tarodière de Mala'efo'ou (photo A. Dutartre).....	21

Photo 3.1 : <i>Sicyopterus lagocephalus</i> (Photo P. Sasal).....	32
Photo 3.2 : coupes histologiques de vertèbres d' <i>A. obscura</i> du lac Lalolao (microradiographie).....	37
Photo 3.3 : <i>Macrobrachium latimanus</i> (Photo P. Sasal).....	38
Photo 3.4 : <i>Clithon</i> sp. (Neritidae) en vue dorsale et ventrale (Photo A. Dutartre).....	51
Photo 3.5 : <i>Diplacodes bipunctata</i> (odonate Libellulidae ) à la tarodièrre de la Leava, Futuna (Photo P. Sasal).....	52
Photo 3.6 : <i>Rhyothemis regia</i> (odonate Libellulidae ) à la tarodièrre de la Leava, Futuna (Photo P. Sasal) .....	52
Photo 3.7 : <i>Anguilla obscura</i> du lac Lalolalo à Wallis (Photo P. Sasal).....	58
Photos 3.8 : <i>Cucullanus oceaniensis</i> sp. n., photographies en microscopie électronique C – partie céphalique (barre d'échelle = 10 µm); F – vue latérale de la partie caudale du mâle (barre d'échelle = 10 µm) (Photos F. Moravec) .....	59
Photo 3.9 : Lac Kikila, ceinture de <i>Eleocharis dulcis</i> en bordure du plan d'eau (Photo A. Dutartre).....	69
Photo 3.10 : Peuplement de <i>Lindernia</i> sp (Photo A. Dutartre) .....	69
Photo 3.11 : Fossé de tarodièrre colonisé par une nymphécée exotique (Photo A. Dutartre) .....	69
Photo 3.12 : Pied de <i>Ludwigia octovalvis</i> (Photo A. Dutartre).....	69

## RÉSUMÉ

---

Ce rapport présente les résultats du programme « Qualité biologique des eaux douces des îles de Wallis et Futuna » dont la mission d'échantillonnage s'est déroulée du 5 au 23 octobre 2004. Ce programme de recherche a été financé par les organismes suivants :

- Le Ministère de l'Outre Mer,
- La Fondation d'Entreprise TOTAL pour la Biodiversité et la Mer,
- Total Pacifique,
- Le Service de l'Environnement de Wallis et Futuna.

Les participants à ce programme de recherche appartiennent au CEMAGREF, au CNRS, au Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN, Paris), au bureau d'étude ETHYCO (ETudes des HYdrosystèmes COntinentaux) et au Service de l'Environnement de Wallis et Futuna.

Cette étude a eu pour principal objectif de caractériser les peuplements faunistiques (poissons, crustacés, invertébrés benthiques<sup>\*1</sup>, parasites de poissons) et floristiques (macrophytes\* aquatiques principalement) des plans d'eau de Wallis et des principaux cours d'eau de Futuna.

Au total, 16 espèces de crustacés décapodes et 18 espèces de poissons ont été recensées dans les milieux dulçaquicoles de Wallis et Futuna. A Wallis, l'absence de cours d'eau véritable et l'aménagement de la majorité des sources d'eau douce pour des besoins domestiques (lavoirs) expliquent en partie la faible diversité spécifique observée (3 espèces de crustacés décapodes et 5 espèces de poissons dont 2 introduites). Futuna, en revanche, se caractérise par une diversité spécifique relativement forte et un taux d'endémicité en poissons élevé (environ 30%), compte tenu de la taille de l'île. Seize espèces de poissons et 15 espèces de crustacés décapodes y ont été répertoriées. Quatre (ou cinq) espèces de poissons Gobiidae sont nouvelles pour la science. Aucune espèce introduite n'y a été recensée.

D'un point de vue biogéographique, en considérant les données disponibles dans la littérature pour la Nouvelle-Calédonie, la Polynésie Française, les Iles Fidji, l'île de La Réunion et Hawaii, ainsi que celles recueillies au cours de notre étude, une relation hautement significative a été mise en évidence entre la superficie des îles et les diversités spécifiques en poissons et en crustacés décapodes. Les résultats obtenus

---

<sup>1</sup> Les termes suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire

soulignent que la principale cause d'extinction des espèces de poissons endémiques dans les îles tropicales est probablement l'introduction d'espèces exotiques de poissons.

En ce qui concerne les autres groupes faunistiques, 2 espèces de parasites de poisson sont nouvelles pour la science : il s'agit de *Procamallanus pacificus* n. sp. et de *Cucullanus oceaniensis* n. sp..

La macrofaune benthique, quant à elle, compte une centaine de taxons. Les peuplements benthiques des milieux dulçaquicoles de Wallis diffèrent considérablement de ceux de Futuna. Près des deux tiers de l'ensemble des taxons identifiés ont été recensés dans une des 2 îles uniquement. Le taux d'endémicité des insectes aquatiques reste difficile à évaluer étant donné qu'une partie des taxons n'a pas pu être identifiée à l'espèce.

Enfin, la macroflore phanérogame est représentée par une seule espèce d'hydrophyte (nymphéacée) observée à Wallis, mais il s'agit d'une espèce introduite. La diversité en héliophytes est relativement faible (moins de 10 espèces), très probablement en raison des caractéristiques physiques peu favorables des milieux aquatiques, mais également en raison des pressions anthropiques exercées dans certains milieux (tarodières aménagées et régulièrement entretenues par exemple).

## COMPOSITION DE L'EQUIPE DE TRAVAIL

---

La campagne de prélèvement de faune benthique a été réalisée par les personnes suivantes :

- Alain DUTARTRE (Unité de Recherche "Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux, Cemagref"). *Domaine de compétence* : Ecologie et systématique\* de la flore aquatique des rivières et des plans d'eau d'Europe ;
- Philippe KEITH (MNHN). *Domaine de compétence* : Ecologie et systématique des poissons et des crustacés des eaux douces tropicales ;
- Gérard MARQUET (chercheur libre). *Domaine de compétence* : Ecologie et systématique des poissons et des crustacés des eaux douces tropicales ;
- Nathalie MARY (ETHYCO ETudes des HYdrosystèmes Continentaux). *Domaine de compétence* : Ecologie et systématique des macroinvertébrés benthiques des eaux douces tropicales. Indicateurs biologiques et qualité des eaux continentales ;
- Pierre SASAL (UMR 5555 CNRS-UP, Parasitologie Fonctionnelle et Evolutive). *Domaine de compétence* : Ecologie et systématique des relations poissons–parasites en milieu tropical.
- Matthieu JUNCKER (Service de l'Environnement de Wallis et Futuna),
- Didier LABROUSSE (Service de l'Environnement de Wallis et Futuna),
- Besamino (Service de l'Economie Rurale, Futuna)
- Clémentine Flouhr (Hytec, Nouvelle-Calédonie).

P. Keith, G. Marquet et P. Sasal ont procédé aux pêches de poissons et crustacés décapodes dans les cours d'eau et plans d'eau par les diverses méthodes décrites au paragraphe 2.3. Ils ont été secondés par M. Juncker, Besamino et C. Flouhr sur certaines stations de l'étude.

L'identification des poissons et des crustacés décapodes collectés a été établie par P. Keith et G. Marquet. P. Sasal a disséqué et collecté les parasites sur certains poissons et a été chargé de leur identification.

A. Dutartre a réalisé l'ensemble des prélèvements de flore dans les milieux prospectés (phanérogames\*, bryophytes\*, macroalgues et périphyton\*). Il a procédé à l'identification des phanérogames et a confié les spécimens d'algues et de périphyton à plusieurs spécialistes pour une détermination plus poussée (cf paragraphe 2.6).

N. Mary a réalisé les prélèvements de la faune benthique, a procédé à leur traitement (tris, comptages, identifications). Elle a également confié certains spécimens à des spécialistes en vue d'une détermination plus approfondie (cf paragraphe 2.6).

Sur la majorité des stations échantillonnées, D. Labrousse a réalisé des mesures physico-chimiques *in situ*, des prélèvements d'eau et leur analyse en laboratoire.

La rédaction de ce rapport a été réalisée conjointement par les principaux participants de la mission d'échantillonnage : P. Keith pour les poissons et crustacés décapodes, la zonation des cours d'eau de Futuna et pour les aspects de conservation des espèces (paragraphe 4.2), P. Sasal pour l'analyse biogéographique des espèces, A. Dutartre pour la macroflore des milieux dulçaquicoles et N. Mary pour la partie sur la macrofaune benthique. La compilation de l'ensemble des différentes parties du rapport, les synthèses générales et conclusions, la mise en forme du rapport et des tableaux de données ont été effectuées par N. Mary.

# 1 INTRODUCTION

---

La faune et la flore des eaux douces des îles du Pacifique Sud sont globalement mal connues. Les principales études réalisées dans la région concernent la Grande Terre de la Nouvelle-Calédonie (Marquet, 1996 ; Marquet *et al.*, 1997 ; Short & Marquet, 1998 ; Haase & Bouchet, 1998 ; Mary, 1999, 2000, 2002 ; Keith *et al.*, 2000 ; Watson *et al.*, 2001 ; Keith, 2002 ; Marquet *et al.*, 2003 ; Flouhr & Mary, 2006) ; Bougainville en Papouasie Nouvelle-Guinée (Allen, 1991 ; Yule, 1995, 1996) ; la Polynésie Française (Resh *et al.*, 1990, Fossati *et al.*, 1998 ; Keith & Vigneux, 1997, 2002 ; Fossati & Marquet, 1998 ; Marquet, 1988 ; Marquet, 1991 ; Marquet & Galzin, 1992 ; Marquet, 1993 ; Keith *et al.*, 2000, 2002) ; les îles Fidji (Ryan, 1980 ; Choy, 1984 ; Choy, 1991 ; Haynes, 1984, 1985, 1987), le Vanuatu (Ryan, 1991 ; Keith *et al.*, 2000 ; Keith *et al.*, 2004 ; Marquet *et al.*, 2002) et Hawaï (Eldredge, 2000).

En ce qui concerne les îles de Wallis et Futuna, les milieux dulçaquicoles ont été très peu étudiés jusqu'à présent. Pourtant, ces écosystèmes sont soumis à des pressions anthropiques croissantes (pollutions domestiques, maraîchages, élevages porcins....) qui menacent directement la biodiversité des peuplements aquatiques (Gabrié, 1995).

L'objectif principal de cette étude a été de réaliser un inventaire le plus exhaustif possible de la faune (poissons, macrocrustacés décapodes, invertébrés benthiques, parasites de poissons) et de la flore (phanérogames, macroalgues, bryophytes) des milieux d'eau douce de Wallis et de Futuna afin d'améliorer les connaissances encore très fragmentaires sur ces écosystèmes.

Les données taxonomiques acquises permettent d'estimer la biodiversité des milieux échantillonnés ; d'évaluer le taux d'endémisme de certains groupes faunistiques et floristiques; et enfin de proposer une zonation des peuplements de poissons et crustacés décapodes dans les cours d'eau de Futuna. D'un point de vue plus fondamental, l'évaluation de la biodiversité réelle de ces îles constitue un intérêt majeur dans les débats scientifiques sur l'insularité et l'évolution.

## 2 METHODOLOGIE

---

### 2.1 LA ZONE D'ÉTUDE

#### 2.1.1 Caractéristiques générales

L'archipel de Wallis et Futuna, en plein coeur du Pacifique, comprend trois îles principales : d'une part, Wallis (d'une superficie de 77,5 Km<sup>2</sup>), d'autre part Futuna et Alofi (d'une superficie totale de 64,5 Km<sup>2</sup>), les 2 groupes d'îles étant distants de 230 kilomètres (Collectif, 1994). Les 3 îles sont d'origine volcanique mais présentent, du fait d'une histoire géologique différente, des caractéristiques bien distinctes :

- Wallis, aux formes douces de reliefs, se caractérise par des sols pauvres et un vaste lagon. L'île ne comporte pas de cours d'eau à cause de la très grande perméabilité des terrains géologiques et de la faiblesse du relief (par exemple, l'une des collines les plus élevées, le Mont Lulu Fakahega, culmine à 151 mètres seulement). Des lacs de dépression (Kikila, Alofivai) et des lacs de cratère (Lalolalo, Lano, Lanutavake) occupent l'île. Leur niveau peut se situer au dessous de celui de la mer et leur profondeur peut être importante : celle du lac Lalolalo, par exemple, dépasserait 80 mètres (Collectif, 1994).

- Futuna et Alofi sont des îles hautes sans lagon. Futuna s'allonge sur une vingtaine de kilomètres du nord-ouest au sud-est, et cinq kilomètres dans sa plus grande largeur. L'île est parcourue d'une chaîne de montagnes qui culmine à 524 mètres d'altitude (Mont Puke). Le versant nord est étroit et escarpé ; en revanche, le sud et le centre de l'île sont occupés par un plateau vallonné d'une altitude moyenne de 400 mètres qui s'abaisse progressivement vers l'est. Les versants sont entaillés par les vallées de nombreux cours d'eau permanents qui prennent leur source de part et d'autre de la chaîne montagneuse centrale. Une plateforme littorale (d'une largeur comprise entre cinq cents mètres au sud à quelques dizaines de mètres au nord) ceinture l'île et c'est à ce niveau que l'on trouve les villages et l'essentiel des cultures. Des sources d'eau douce, dont certaines chaudes, peuvent apparaître à marée basse au niveau de cette plateforme littorale (Collectif, 1994).

- Alofi est séparée de Futuna par un bras de mer large de 1,8 Kilomètres et profond de 200 mètres. C'est une petite île (une dizaine de kilomètres d'est en ouest et cinq kilomètres du nord au sud), moins élevée que Futuna (point culminant : le Mont Kolofau ou Bougainville à 417 mètres) et non habitée. Aux alentours du Mont Kolofau, affleurent des terrains volcaniques. Tout le reste de l'île est essentiellement corallien ce qui

explique l'absence de rivières permanentes. Les eaux de pluie s'infiltrent dans le corail poreux et perméable, percé de nombreuses grottes. Elles réapparaissent ensuite près du rivage en sources claires. Alofi conserve encore une grande partie de sa forêt primaire dense (Collectif, 1994). Nous n'avons pas pu prospecter cette île, faute de temps et de moyens logistiques.

### **2.1.2 L'eau à Wallis et Futuna**

L'île de Wallis étant dépourvue de réseau hydrographique de surface, les populations s'approvisionnent en eau potable à partir d'une nappe aquifère ou lentille\* d'eau douce. Cette nappe se renouvelle avec les eaux d'infiltration. Elle se déverse dans le lagon et affleure au niveau du littoral à quelques dizaines de centimètres seulement en dessous du sol. Elle constitue la seule ressource en eau potable pour les habitants et le maintien de sa qualité est donc essentiel (Collectif, 2003). A Futuna, les eaux destinées à la consommation humaine sont captées dans les cours d'eau.

### **2.1.3 Les tarodières de Wallis et Futuna**

Le principal secteur d'activité économique dans les 2 îles est l'agriculture. Les produits obtenus (principalement taros, bananes, manioc, ignames) sont essentiellement réservés à l'autoconsommation et à la coutume.

A Wallis, les tarodières sont des formations originales situées dans les zones humides où la nappe affleure (sous forme de "sources"). Les tarodières couvrent une cinquantaine d'hectares dans les bas-fonds marécageux entre le littoral et les premières pentes. Les déblais des fossés de drainage constituent des îlots surélevés où sont plantés les taros sur un paillage de feuilles de bananiers (Collectif, 1999) (photo 2.8).

En revanche, à Futuna, les tarodières, qui occupent au moins 70 hectares, sont irriguées. Elles occupent le fond des vallées aux terrasses étroites grimant à l'assaut des pentes jusqu'à 120 m d'altitude, ainsi que les plaines alluviales où elles forment des parcelles rectangulaires (photo 2.22). Des canaux de dérivation des cours d'eau les alimentent par gravité. L'alimentation en eau est régulière et permanente pour empêcher le stress ou la prolifération de champignons qui réduiraient les rendements des cultures. La lame d'eau a une épaisseur constante de 5 à 10 cm (Collectif, 1999).

## 2.2 PERIODE D'ECHANTILLONNAGE

Les îles de Wallis et Futuna sont situées à proximité de l'équateur et au milieu de l'océan Pacifique. Il en résulte un climat chaud (27°C en moyenne à Wallis, 26°C à Futuna) et humide, affecté par les dépressions tropicales. Les îles se caractérisent par une très faible amplitude thermique annuelle (1°C). Les précipitations annuelles sont abondantes (plus de 3 mètres en 260 jours à Wallis, et jusqu'à 4 mètres de pluie à Futuna). Le caractère saisonnier de ces précipitations est marqué, même en l'absence de saison sèche, avec une période des pluies qui se situe généralement d'octobre à mai. Le mois le plus arrosé à Wallis, décembre, reçoit trois fois plus de précipitations que le mois d'août (Collectif, 1994).

La campagne d'échantillonnage a été effectuée avant la période des pluies. Elle s'est déroulée du 5 au 23 octobre 2004.

## 2.3 LES SITES ÉTUDIÉS

Les rivières et plans d'eau prospectés à Wallis et Futuna ont été choisis en fonction des paramètres suivants :

- leur taille : tous les cours d'eau et plans d'eau de taille importante ont été étudiés ;
- leur importance économique pour les populations à Wallis et Futuna : des canaux d'irrigation des tarodières ont ainsi été échantillonnés ;
- leur régime hydrologique : à Futuna, les cours d'eau asséchés n'ont pas été prospectés.

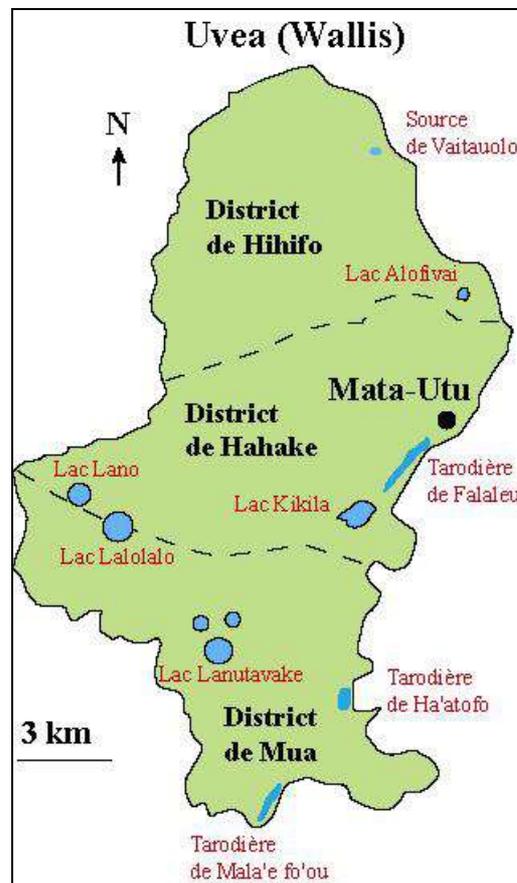
De plus, l'emplacement des stations d'étude a été déterminé par les paramètres suivants :

- les influences anthropiques auxquelles elles étaient *a priori* soumises (cultures vivrières, déforestations pour l'édification de tarodières, village, parcs à cochons...) ;
- leur situation altitudinale (cours supérieur, moyen ou inférieur dans la rivière). Dans la mesure du possible, les cours d'eau ont été prospectés le plus en amont possible mais souvent leur mauvaise accessibilité ne nous a pas permis d'atteindre les zones de sources ;
- les aménagements qui y ont été réalisés (barrages ou dérivation des cours d'eau pour l'irrigation des tarodières) ;
- l'accessibilité des sites.

Ainsi au total, **9 sites** ont été échantillonnés à Wallis (figure 2.1) :

- les deux lacs peu profonds Kikila et Alofivai,
- les trois lacs de cratère : Lanutavaké, Lalolalo et Lano,

- trois tarodières : Ha'atofo, Mala'efo'ou, Falaleu,
- la source d'eau douce Vaitauolo, à proximité du milieu côtier.

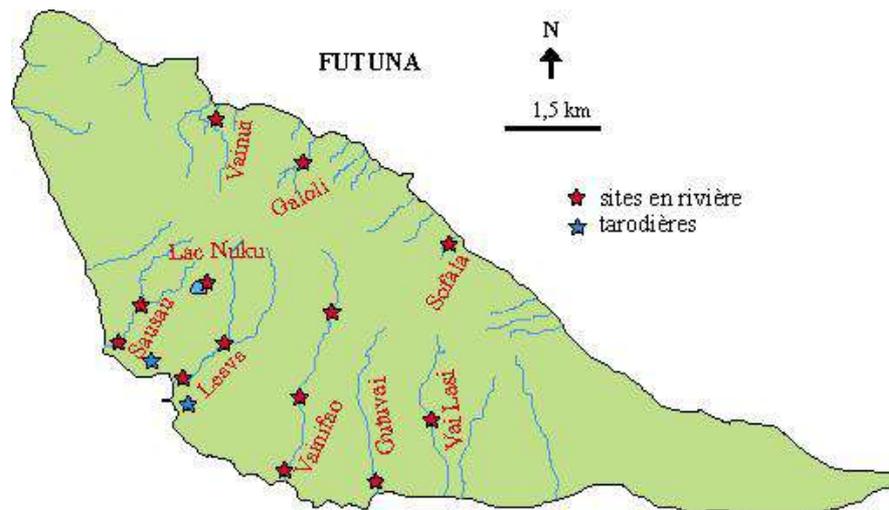


**Figure 2.1 : Sites échantillonnés à Wallis**

A Futuna, le lac Nuku, **trois** tarodières (Leava, Sausau, Sauma) et les **huit** rivières suivantes ont été prospectées :

- la Vainifao (cours inférieur, moyen et supérieur),
- la Galoli (cours moyen),
- la Leava (cours inférieur et moyen),
- la Vailasi (cours moyen),
- la Gutavai (cours inférieur),
- la Sofala (cours inférieur),
- la Sausau (cours inférieur et moyen),
- la Vainui (cours inférieur).

Cela a représenté **16 stations** au total (figure 2.2).



**Figure 2.2 : Sites échantillonnés à Futuna**

Le tableau suivant présente les sites d'échantillonnage avec leur localisation précise.

**Tableau 2.1 : Sites prospectés à Wallis et à Futuna**

Lieu d'échantillonnage	Date d'échantillonnage	Coordonnées GPS (WGS 84)	Numéro de photo
<b>WALLIS</b>			
Lac Lanutavake	05/10/04 et 06/10/04	S 13.32301 ; W 176.21430	2.1
Lac Kikila	06/10/04	S 13.29470 ; W 176.18918	2.2
Lac Lalolalo	07/10/04	S 13.29922 ; W 176.23585	2.3
Source aménagée de Vaihehoni et tarodière de Ha'atofo	07/10/04	S 13.32581 ; W 176.19127	2.4
Lac Alofivai	08/10/04	S 13.25798 ; W 176.17020	2.5
Source aménagée de Mala'efo'ou et tarodière	08/10/04	S 13.33993 ; W 176.20122	2.6
Lac Lano	09/10/04	S 13.29376 ; W 176.24052	2.7
Tarodière de Falaleu	09/10/04	S 13.28586 ; W 176.17954	2.8
Source non aménagée de Vaitauolo (Vaitupu)	09/10/04	S 13.22425 ; W 176.19206	2.9
<b>FUTUNA</b>			
Rivière Vainifao, cours inférieur	12/10/04	S 14.30739 ; W 178.14276	2.10
Rivière Vainifao, cours moyen (aval et amont barrage)	12/10/04	S 14.29546 ; W 178.14038	2.11
Rivière Galoli, cours moyen	13/10/04	S 14.25939 ; W 178.13841	2.12
Rivière Leava, cours inférieur	13/10/04	S 14.29329 ; W 178.15888	2.13
Rivière Leava, cours moyen	14/10/04	S 14.28797 ; W 178.15062	2.14
Tarodière de Leava	14/10/04	S 14.29329 ; W 178.15872	2.15
Rivière Vainifao, cours supérieur	15/10/04 et 17/10/04	S 14.28692 ; W 178.13761	2.16
Rivière Vailasi (Malaé), cours moyen	16/10/04	Impossible à relever au site	2.17
Rivière Gutavai, cours inférieur (estuaire)	16/10/04	S 14.30896 ; W 178.12928	2.18
Rivière Sofala, cours inférieur	16/10/04	S 14.27297 ; W 178.11782	2.19
Rivière Sausau, cours inférieur (estuaire)	16/10/04	S 14.28852 ; W 178.16758	2.20
Rivière Sausau, cours moyen (aval et amont barrage)	18/10/04	S 14.28506 ; W 178.16482	2.21
Tarodière Sausau	19/10/04 et 21/10/04	S 14.28852 ; W 178.16758	2.22
Lac Nuku	20/10/04	S 14.28183 ; W 178.15478	2.23
Sortie de tarodière de Sauma	22/10/04	S 14.27534 ; W 178.17135	2.24
Rivières Vainui, cours inférieur	23/10/04	S 14.25474 ; W 178.15245	2.25

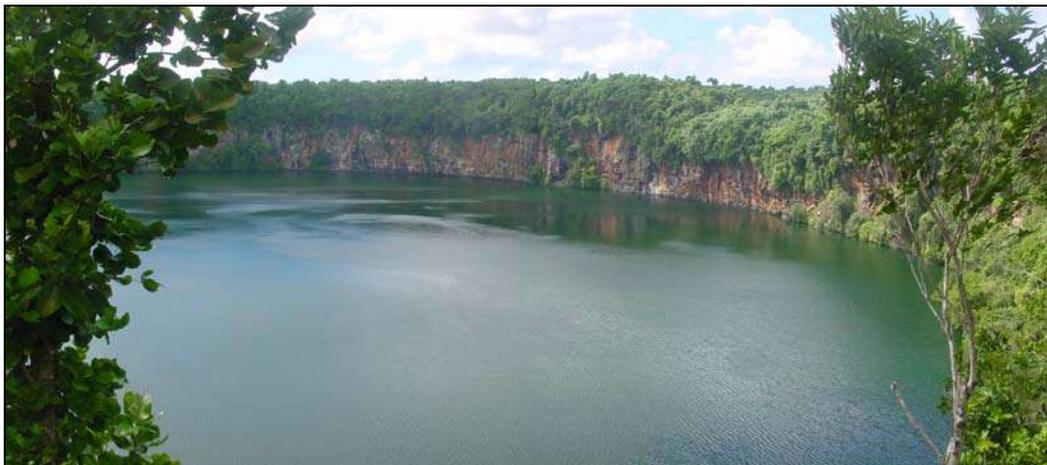
Des prises de vue des stations échantillonnées figurent sur les planches suivantes.



**Photo 2.1 : Lac Lanutawake Wallis (Photo A. Dutartre)**



**Photo 2.2 : Lac Kikila Wallis (Photo A. Dutartre)**



**Photo 2.3 : Lac Lalolalo Wallis (Photo A. Dutartre)**



**Photo 2.4 : Source de Vaihehoni et tarodière de Ha'atofo Wallis (Photo A. Dutartre)**



**Photo 2.5 : Plan d'eau d'Alofivai Wallis (Photo P. Sasal)**



**Photo 2.6 : Source et tarodière de Mala'efo'ou Wallis (Photo P. Sasal)**



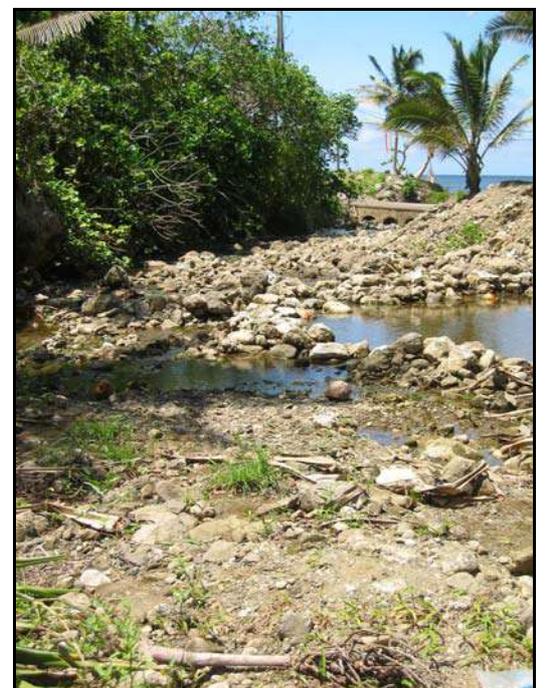
**Photo 2.8 : Tarodière de Falaleu Wallis (Photo P. Sasal)**



**Photo 2.9 : Source de Vaitauolo Wallis (Photo P. Sasal)**



**Photo 2.7 : Lac Lano à Wallis (photo A. Dutartre)**



**Photo 2.10: Aval de la rivière Vainifao Futuna (Photo P. Sasal)**



**Photo 2.11 : Cours moyen de la rivière Vainifao Futuna (photo P. Sasal)**



**Photo 2.14 : Cours moyen de la rivière Leava Futuna (photo A. Dutartre)**



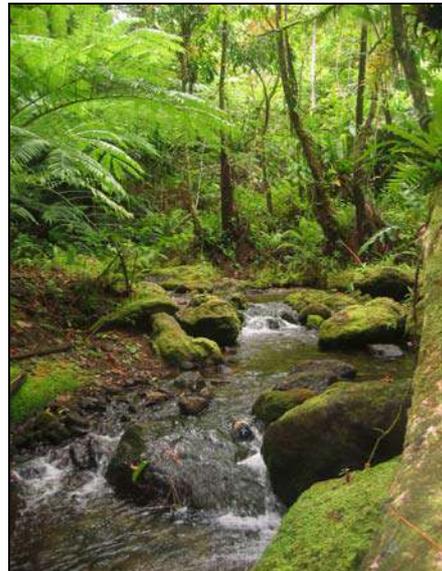
**Photo 2.12 : Cours moyen de la rivière Galoli Futuna (photo A. Dutartre)**



**Photo 2.15 : Tarodière de la rivière Leava Futuna (photo P. Sasal)**



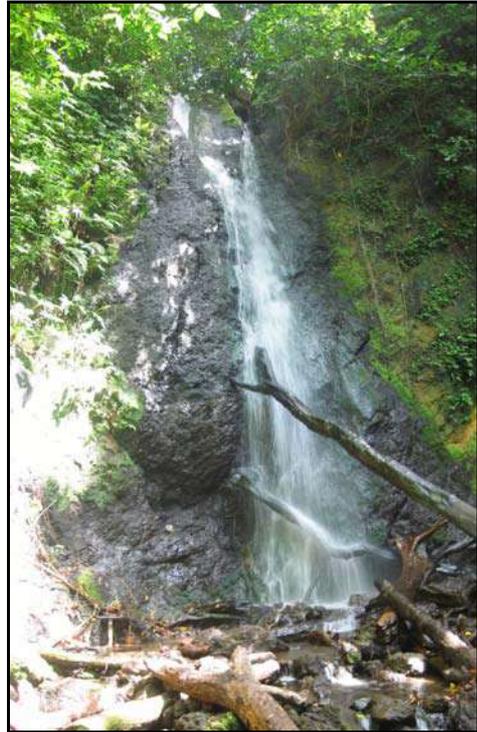
**Photo 2.13 : Cours inférieur de la rivière Leava Futuna (photo A. Dutartre)**



**Photo 2.16 : Amont de la rivière Vainifao Futuna (photo P. Sasal)**



**Photo 2.17 : Rivière Vailasi Futuna (photo A. Dutartre)**



**Photo 2.19 : Cours inférieur de la rivière Sofala Futuna (photo A. Dutartre)**



**Photo 2.18 : Cours inférieur de la rivière Gutavai Futuna (photo A. Dutartre)**



**Photo 2.20 : Cours inférieur de la rivière Sausau Futuna (photo A. Dutartre)**



**Photo 2.21 : Barrage de la rivière Sausau Futuna (photo A. Dutartre)**



**Photo 2.22 : Tarodière de la rivière Sausau Futuna (photo P Sasal)**



**Photo 2.23 : Lac Nuku Futuna (photo P. Sasal)**



**Photo 2.24 : Sortie de la tarodière de la rivière Sauma Futuna (photo A. Dutartre)**



**Photo 2.25 : Cours inférieur de la rivière Vainui Futuna (photo A. Dutartre)**

## **2.4 LES TRAVAUX D'ÉCHANTILLONNAGE**

### **2.4.1 Les poissons et crustacés décapodes**

En vue d'optimiser le nombre d'espèces de poissons et de crustacés susceptibles d'être capturés, plusieurs méthodes d'inventaire ont été utilisées : la pêche électrique, la pêche à l'épuisette, la pose de nasses, la pose de cordeaux et la pêche au fusil harpon.

La pêche électrique a été réalisée avec un générateur de courant de type Martin-pêcheur. Cet appareil portable à batterie, d'une puissance utile de 180 W, fournit des impulsions rectangulaires à fréquence fixe, 100 Hz ou 400 Hz, à rapport cyclique réglable de 5 à 25%. Il comprend trois tensions de sortie : 150, 200 et 300 V. L'appareil est conçu pour pêcher dans des eaux dont la conductivité est comprise entre 50 et 1000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  et dont la profondeur n'excède pas 1 mètre. Les gammes de conductivité des eaux intérieures de Wallis et de Futuna étant peu élevées, la pratique de la pêche électrique a été favorable, particulièrement dans les eaux courantes de Futuna.

La pêche électrique se pratique à pied, en remontant la rivière de façon à ce que l'eau reste claire devant le pêcheur. La pêche consiste à approcher des abris dans lesquels se tiennent les animaux, une électrode de pêche créant autour d'elle un champ électrique dit "attractif". Le rayon actif de ce champ est de l'ordre du mètre dans des conditions moyennes. Un poisson ou un crustacé, lorsqu'il parvient à proximité de cette électrode, s'immobilise ou continue à nager faiblement et peut ainsi être pêché avec l'aide d'une épuisette.

La pêche à l'épuisette a été utilisée en eaux peu profondes et claires pour les espèces peu sensibles à l'électricité et dans les milieux relativement profonds en rivière (vasque d'eau ou "trou d'eau"). Les poissons sont repérés à vue ou en apnée et poussés vers les épuisettes.

La pose de nasses et de cordeaux a été pratiquée dans les zones profondes où la pêche électrique n'est pas possible, par exemple dans les lacs de cratère de Wallis. A également été utilisée dans ce type de milieu la pêche au fusil harpon, en plongée et en apnée.



**Photo 2.26 : Pêche électrique à l'estuaire de la rivière Vainifao à Futuna (Photo A. Dutartre)**



**Photo 2.27 : Leava, cours moyen à Futuna (Photo A. Dutartre)**

La majeure partie des espèces capturées a été relâchée sur le terrain après identification. Les spécimens d'espèces nouvelles ou nécessitant des identifications plus poussées ont été conservés. Certaines espèces ont été photographiées *in vivo* dans des

aquariums spéciaux afin d'éviter les pertes de coloration puis déterminées et conservées, ou relâchées le cas échéant.

Les spécimens conservés ont été fixés dans du formol (10%) puis stockés dans de l'alcool (70%). Ils ont été ramenés au MHNH (Paris).

## **2.4.2 Les macroinvertébrés benthiques**

Les macroinvertébrés benthiques représentent un ensemble d'organismes dont la taille en fin de développement larvaire est supérieure au millimètre. Cette faune comprend deux groupes d'organismes : des animaux dont le développement est strictement aquatique tels les oligochètes (vers), les mollusques et les crustacés et des animaux dont le développement larvaire se passe en milieu aquatique et la phase adulte en milieu aérien. Ce groupe concerne la majorité des insectes aquatiques.

En vue d'optimiser le nombre d'espèces d'invertébrés susceptibles d'être collectés, plusieurs méthodes d'inventaire ont été utilisées : des prélèvements à l'aide de filets "surber" et haveneau, des prélèvements ponctuels sur certaines stations, la chasse à vue à l'aide d'un filet à papillon.

### **ECHANTILLONNAGE DES COURS D'EAU DE FUTUNA**

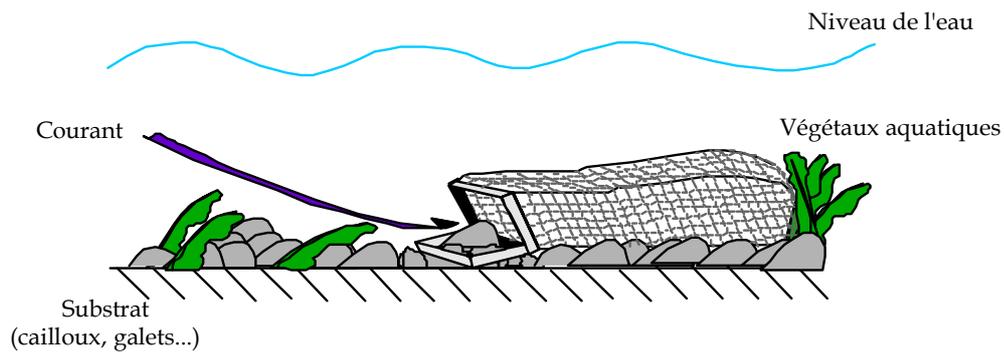
Le protocole d'échantillonnage utilisé s'est inspiré de celui préconisé pour la détermination de l'Indice Biotique de la Nouvelle-Calédonie (Mary, 2000 a). A chaque station de rivière, les secteurs lotiques\* ont été échantillonnés à l'aide d'un filet de type "Surber" (maille de diamètre 250 µm ; surface unitaire d'échantillonnage de 0,05 m<sup>2</sup>). Dans les zones de cascade ou sur les blocs quand l'utilisation du Surber n'était pas possible, l'échantillonnage a été effectué à l'aide d'un petit filet à main de même maille et avec le même effort d'échantillonnage que le "Surber".

La longueur des stations d'étude a été comprise entre 20 et 100 m selon la largeur du cours d'eau au site.

A chaque site, 5 à 7 prélèvements de faune benthique ont généralement été réalisés dans des micro-habitats définis par des combinaisons « support - vitesses de courant » distinctes. Lorsqu'une station ne présentait pas plusieurs types de micro-habitats différents, un prélèvement était effectué dans chacun des micro-habitats présents à la station, le complément de prélèvements étant réalisé dans le(s) micro-habitat(s) dominant(s). L'ensemble de ces prélèvements a permis de donner une image

représentative de la station étudiée en respectant la diversité des micro-habitats présents à la station.

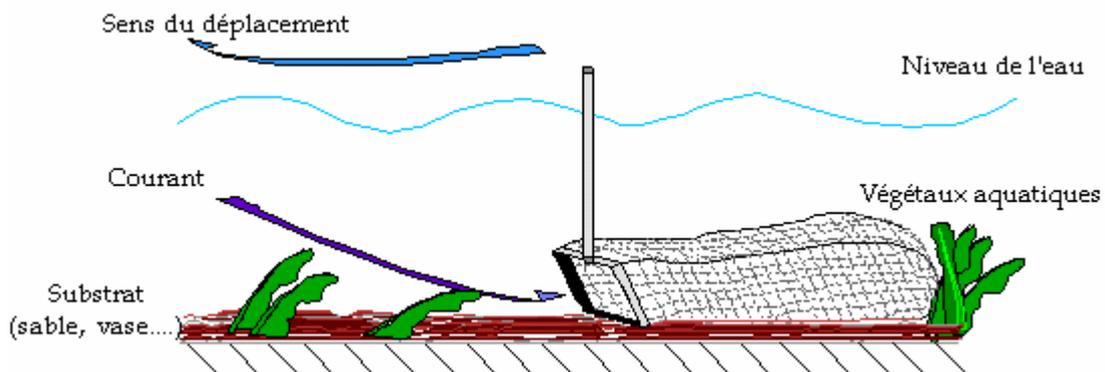
Durant l'échantillonnage, le filet « Surber » est posé sur le fond du cours d'eau, face au courant. Le substrat délimité par la surface d'échantillonnage est brossé méticuleusement et l'ensemble des éléments organiques (animaux et végétaux) et minéraux (de petite taille) présents dans cette surface est récolté dans le filet grâce au courant (figure 2.3).



**Figure 2.3 : Filet de prélèvement Surber utilisé pour l'échantillonnage des milieux lotiques**

#### **ECHANTILLONNAGE DES PLAN D'EAU ET DES TARODIERES**

Les plans d'eau et les tarodières ont généralement été prospectés à l'aide d'un filet haveneau de maille de 250  $\mu$ m, sur une épaisseur de substrat de 5 cm environ (figure 2.4). Pour les lacs difficiles d'accès et/ou profonds (Lano, Lanutavaké, Lalolalo, Nuku), les prélèvements au haveneau ont été réalisés uniquement dans les zones de bordure des plans d'eau.



**Figure 2.4 : Filet Haveneau utilisé pour l'échantillonnage des milieux lenticques**



*Photo 2.28 : pêche au haveneau dans la tarodière de Mala'efo'ou (photo A. Dutartre)*

#### **CAPTURE DES INSECTES ADULTES**

Sur une grande majorité des stations d'étude, des insectes adultes ont été capturés à l'aide d'un filet entomologique pour permettre l'identification spécifique des larves. La grande majorité concerne des insectes odonoptères.

#### **PRELEVEMENTS PONCTUELS**

Pour les mollusques Neritidae et les insectes trichoptères à fourreaux (Leptoceridae), l'essentiel de la récolte a été réalisée à vue. Ils sont, en effet, bien visibles à l'œil nu, certains vivant accrochés au substrat de blocs rocheux, d'autres sur la couche limoneuse superficielle ou sur les racinelles affleurant aux abords immédiats des cours d'eau ou plans d'eau.

#### **CONDITIONNEMENT DES ECHANTILLONS**

Les organismes benthiques récoltés lors de l'échantillonnage ont été fixés sur le terrain dans une solution de formol à 5 % ou dans de l'alcool à 90%. Avant de fixer les échantillons, un pré-tri a été effectué pour enlever les éléments minéraux grossiers (cailloux et graviers) car ceux-ci auraient pu endommager la faune lors de son transport.

L'ensemble des échantillons collectés a été ramené puis traité au siège d'ETHYCO (Corneilla del Vercol, France).

### 2.4.3 Les parasites de poissons

La faune parasitaire des poissons d'eau douce des îles du Pacifique Sud, de part son isolement biogéographique et son taux d'endémisme parfois élevé, constitue un modèle d'étude particulièrement intéressant, mais n'a été jusqu'à présent que très peu étudiée.

Les parasites de poissons ont été recherchés dans 6 espèces de poissons dont 3 espèces d'anguilles. Le tableau suivant reprend le nombre de spécimens examinés et leur provenance.

**Tableau 2.2 : Poissons disséqués pour recherche de parasites**

Espèce	Site de collecte	Nombre de spécimens disséqués
<i>Anguilla marmorata</i>	Vainifao	1
<i>Anguilla marmorata</i>	Gutavai	2
<i>Anguilla megastoma</i>	Galoli	2
<i>Anguilla obscura</i>	Lac Lalolalo	3
<i>Eleotris fusca</i>	Vainifao	2
<i>Eleotris fusca</i>	Gutavai	2
<i>Oreochromis mossambicus</i> (Tilapia)	Lac Lanutawake	5
<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	Vainifao	2

Au total, une vingtaine de spécimens ont été tués puis disséqués. Le tube digestif et les branchies ont été observés au microscope afin de récolter les macro parasites présents.

Les parasites recueillis ont été fixés dans de l'alcool et ramenés à l'Université de Perpignan.

### 2.4.4 Les végétaux aquatiques

Les prospections ont concerné les macrophytes\* présents dans les eaux des lacs, tarodières et cours d'eau explorés lors de la mission.

Une attention particulière a été portée à la recherche de phanérogames hydrophytes\*, c'est à dire de plantes à fleurs se développant dans ou à la surface des eaux, puisque dans leurs travaux sur la végétation et la flore de Wallis et Futuna, Morat et Veillon (1985) signalaient qu'aucune espèce de ce groupe ne semblait être présente sur le territoire.

Au cours de la mission, devant la confirmation de cette absence - mis à part une espèce introduite, très localisée dans une tarodière de Wallis, cas particulier dont il sera question plus tard - des prélèvements complémentaires ont porté sur les bryophytes et

les algues macrophytes (algues characées et algues vertes filamenteuses) présentes dans ces habitats (tableau 2.3).

**Tableau 2.3 : Prélèvements de bryophytes et de macroalgues réalisés. Ont été surlignés en grisé les prélèvements plus spécifiques, relatifs aux Characées et aux bryophytes**

	Site (n° de l'échantillon)	Station d'échantillonnage	Date	Remarques
<b>WALLIS</b>	Tar. Ha'atofo		07/10/2004	sur substrats durs
	Tar. Mala'efo'ou		08/10/2004	sur substrats durs
	Source Gahi		08/10/2004	sur substrats durs
	Lac Lalolalo		07/10/2004	sur bois immergés et blocs
	Lac Lanutavaké		06/10/2004	sur bois immergés et blocs
<b>FUTUNA</b>	Riv. Gutavai (2)	cours inférieur	16/10/2004	sur bois et galets immergés
	Riv. Gutavai (3)	cours inférieur	16/10/2004	sur bois et galets immergés
	Riv. Vainifao (2)	cours inférieur	12/10/2004	sur blocs et galets immergés
	Riv. Vainifao (3)	amont barrage	12/10/2004	sur blocs et galets immergés
	Riv. Galoli (2)		13/10/2004	sur blocs immergés
				écoulement cascade presque vertical, sur blocs humectés en permanence
	Riv. Galoli (4)		13/10/2004	
	Tar. Sausau		18/10/2004	sur cailloux immergés
	Tar. Sausau		19/10/2004	sur base des taros et cailloux
	Tar. Sausau		19/10/2004	Characées
	Tar. Sausau		19/10/2004	Characées
	Tar. Sausau		19/10/2004	Characées
	Riv. Sausau (2)	amont barrage	18/10/2004	sur blocs et galets immergés
	Riv. Sausau (3)	cours inférieur	16/10/2004	sur blocs et galets immergés
	Riv. Sausau (4)	amont barrage	18/10/2004	sur blocs et galets immergés
	Riv. Sausau (5)	amont barrage	18/10/2004	Bryophytes sur blocs humectés en permanence
	Tar. Leava		14/10/2004	Characées
	Riv. Leava (2)	cours inférieur	13/10/2004	sur blocs et galets immergés
	Riv. Leava (4)	cours moyen	14/10/2004	sur blocs et galets immergés
	Tar. Leava (5)	tarodière	14/10/2004	sur cailloux et base des taros
	Riv. Leava (7)	cours moyen	14/10/2004	placage sur substrat fin (sables grossiers, cailloux)
	Riv. Leava (8)	cours moyen	14/10/2004	placage sur substrat fin (sables grossiers, cailloux)
	lac Nuku		20/10/2004	Characées, zone proche de l'arrivée de l'affluent "est"
lac Nuku		20/10/2004	Characées et macroalgues, zone proche de l'arrivée de l'affluent "est"	
lac Nuku (2)		20/10/2004	Characées, zone proche de l'arrivée de l'affluent "ouest"	
lac Nuku (3)		20/10/2004	zone proche de l'arrivée de l'affluent "ouest"	
lac Nuku		20/10/2004	Characées	
Riv. Sofala (2)		16/10/2004	sur blocs et galets immergés	
Tar. Sofala (5)		16/10/2004	sur base des taros et cailloux	

Enfin, des prélèvements d'algues microscopiques constituant le "périphyton" au sens large, c'est à dire les algues se développant sur les différents supports et substrats présents dans les eaux (substrats minéraux et macro-débris végétaux) ont été réalisés dans la plupart des tarodières, dans les lacs de cratère et de dépression et dans les

rivières de Futuna. Ceci a consisté en grattage de différents substrats (principalement rochers et galets, mais aussi morceaux de bois, troncs immergés, voire, comme dans le cas du lac Kikila, piquet et bouées), ainsi que quelques "expressions" à partir de parties submergées de plantes, c'est à dire, récupération des eaux obtenues par pressage de ces plantes.

Ces prélèvements n'étaient pas originellement prévus dans le projet initial. Il s'est en fait agi de saisir l'opportunité de réaliser de tels prélèvements, un accord préalable avec Michel Coste, spécialiste au Cemagref de ces peuplements algaux, et plus précisément des diatomées, ayant été obtenu.

L'ensemble des prélèvements floristiques a été ramené au Cemagref de Bordeaux.

## **2.5 MESURES PHYSICO-CHIMIQUES ET MESOLOGIQUES REALISEES**

### **2.5.1 Paramètres physico-chimiques**

À chaque station d'étude, plusieurs paramètres physiques et chimiques permettant de définir les conditions environnementales dans lesquelles vivent les groupes d'espèces étudiés ont été mesurés à l'aide d'appareils de terrain. Ces paramètres sont :

- la turbidité de l'eau (exprimée en NTU);
- sa température (°C);
- sa conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ );
- son pH ;
- sa concentration en oxygène dissous (mg/l et %).

D'autre part, des prélèvements d'eau ont été effectués dans les 5 lacs échantillonnés à Wallis et dans 11 stations d'étude à Futuna.

Les teneurs des éléments suivants ont été analysés pour chaque échantillon collecté : chlorures ( $\text{Cl}^-$ ), sulfates ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), sodium ( $\text{Na}^+$ ), potassium ( $\text{K}^+$ ) et nitrates ( $\text{NO}_3^-$ ). Pour les échantillons recueillis à Wallis, ont été également mesurés la teneur en matières organiques quantifiée par la demande biologique en oxygène sur 5 jours ( $\text{DBO}_5^*$ ) et la demande chimique en oxygène ( $\text{DCO}^*$ ), ainsi que les coliformes totaux, les coliformes thermotolérants et les entérocoques.

## 2.5.2 Paramètres mésologiques estimés

D'autres paramètres ont été appréciés visuellement pour la majorité des sites :

- la profondeur maximale et minimale à la ligne d'eau ;
- la largeur maximale et minimale à la ligne d'eau ;
- la vitesse du courant à la station appréciée visuellement selon les 4 classes suivantes :
  - cascade ;
  - rapide ;
  - moyenne ;
  - faible
- la granulométrie définie en fonction de la dimension des particules composant le lit de la rivière. Dans chaque secteur étudié, l'importance relative des types de substrats présents (en pourcentage de superficie) a été appréciée soit :
  - roche mère et blocs de roche (taille supérieure à 140 mm)
  - pierres et galets (taille comprise entre 25 et 140 mm)
  - graviers (taille comprise entre 2 et 25 mm)
  - sables (taille comprise entre 0,05 et 2 mm)
  - limon et argile (taille inférieure à 0,05 mm)
- le pourcentage d'ombrage par la couverture riveraine ;
- la présence ou l'absence de végétation aquatique et sa composition :
  - algues vertes filamenteuses
  - bryophytes
  - autres macrophytes.
- la présence ou l'absence de matière organique d'origine végétale dans le cours d'eau et son importance (feuilles, branches, ...) ;
- pour les berges :
  - le type de végétation avec une appréciation des strates herbacée, arbustive et arborescente
  - la pente (faible, moyenne, forte)
  - la nature du substrat prédominant (roche-mère et blocs, sable, terre, galets, enrochements, ...)
  - le pourcentage de couverture par la végétation riveraine.

Les rives "droite" et "gauche" ont été décrites séparément quand elles présentaient des caractéristiques différentes. Il a été convenu que la berge débutait à l'endroit où la section d'écoulement se terminait au moment de l'échantillonnage, indépendamment du lit majeur du cours d'eau.

Des prises de vue ont également été réalisées pour chaque station et ses particularités (végétaux aquatiques, cascades, barrages, etc.). Enfin, la localisation géographique exacte des stations d'étude a été relevée à l'aide d'un GPS Garmin 12.

## **2.6 LE TRAITEMENT DES ECHANTILLONS**

### **2.6.1 Poissons et crustacés décapodes**

Une analyse bibliographique ainsi que des comparaisons avec des types d'espèces du même genre ont permis de préciser la position systématique des espèces récoltées. Ce travail a permis d'étendre l'aire de répartition géographique des espèces déjà connues, mais aussi de mettre en évidence l'existence d'espèces nouvelles pour la science. Deux espèces de Gobiidae sont actuellement en cours d'étude pour description.

### **2.6.2 La macrofaune benthique**

Au laboratoire, les échantillons collectés ont été rincés avant traitement. Le tri et la détermination des invertébrés de taille supérieure à 250 µm ont été effectués au moyen d'une loupe binoculaire. L'identification des spécimens a été réalisée au niveau taxinomique le plus précis possible (ordre, famille, genre ou espèce) à l'aide de différentes publications. Certains spécimens ont été envoyés à divers spécialistes pour une identification plus poussée :

-Michel Papazian (chercheur libre, Marseille) et Henri Dumont (Ghent University, Belgique) pour les insectes odonoptères (libellules et demoiselles) ;

-Jean-Paul Colin et Claude Meisch (Muséum d'Histoire Naturelle de Luxembourg) pour les ostracodes ;

-Danielle Defaye (MNHN, Paris) pour les copépodes ;

-Henri Dumont (Ghent University, Belgique) pour les cladocères ;

-Harry Smit (Zoological Museum, University of Amsterdam) pour les Hydracariens,

- Jäch Manfred (Natural History Museum, Autriche) pour les insectes coléoptères ;

-Nico Nieser (Pays Bas) pour les insectes hétéroptères.

- Jean-Pierre Pointier (EPHE, Université de Perpignan), Ahmed Abdou (MNHN, Paris), Alison Haynes (Fidji) pour les mollusques.

Tous les individus ont été comptés à l'exception de certains organismes (microcrustacés ostracodes, copépodes et cladocères en particulier) trop nombreux sur certains sites (lacs Alofivai, Kikila, Lano) et pour lesquels un sous échantillonnage a été effectué. Pour ces taxons, le nombre d'individus total récolté a ensuite été estimé en fonction du sous échantillonnage réalisé.

### **2.6.3 Les parasites de poisson**

Une collaboration a été engagée avec le Professeur Moravec (Académie des Sciences de République Tchèque) pour l'identification des parasites collectés.

### **2.6.4 Les végétaux aquatiques**

L'ensemble des phanérogames hydrophytes et héliophytes ont été étudiées par A. Dutartre. Les échantillons d'algues ont été remis à divers spécialistes pour une identification plus poussée :

- Christophe Laplace, Unité REBX, Cemagref Bordeaux pour les macroalgues ;
- Elisabeth Lambert, UCO, Angers pour les algues Characées ;
- Julie Coudreuse, Agrocampus Rennes, pour les bryophytes ;
- Michel Coste, Unité REBX, Cemagref Bordeaux pour les algues périphtiques et en particulier les diatomées. Ces dernières sont en cours de détermination.

## 3 RESULTATS

---

### 3.1 QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DES MILIEUX DULÇAQUICOLES DE WALLIS ET FUTUNA

L'ensemble des valeurs relevées dans les milieux échantillonnés figure aux tableaux 3.1 et 3.2.

#### 3.1.1 Température et pH

Les températures relevées dans les plans d'eau, sources et tarodières de Wallis (28°C à 33°C) ont été en général supérieures à celles des cours d'eau de Futuna (24°C à 28°C). A Futuna, elles augmentent de l'amont vers l'aval des rivières et avoisinent les 23,5°C au niveau des cours supérieurs (Vainifao, Malaé), 25°C au niveau des cours moyens (Vainifao, Galoli, Leava) et dépassent 26°C dans les cours inférieurs (Vainifao, Gutavai, Sausau).

En ce qui concerne le pH, la majorité des stations d'étude de Futuna présentent des eaux basiques, leur pH étant compris entre 7,5 et 9. A Wallis, certaines eaux sont acides (pH inférieur à 6,5). Il s'agit des sources Mala'efo'ou et Ha'atofo et des eaux peu minéralisées des Lac Alofivai et Lano. En effet, les eaux présentant de faibles teneurs en ions majeurs (magnésium et calcium principalement) ont des pH acides (Nisbet & Verneaux, 1970).

#### 3.1.2 Oxygène dissous

Des valeurs supérieures à 85% de saturation en oxygène ont été relevées sur la majorité des stations d'étude. L'ensemble de ces mesures traduit une bonne oxygénation de l'eau dans les milieux échantillonnés. La source de Vaitau'olo a présenté le plus faible pourcentage de saturation en oxygène (38%), certainement parce qu'elle est située en zone littorale et influencée par des apports d'eau marine.

#### 3.1.3 Minéralisation et ions majeurs

Les lacs de dépression (Alofivai, Kikila, Nuku) ainsi que le lac Lano ont présenté des eaux de faible conductivité (proche de 40 µS/cm). A Wallis, les valeurs de conductivité mesurées dans les lacs de cratère et les sources des tarodières fluctuent entre 100 µS/cm et 250 µS/cm à l'exception de celles du lac Lalolalo et de la source de Vaitau'olo (1646 µS/cm et 1955 µS/cm respectivement). Ces 2 milieux semblent être influencés par des apports d'eau de mer.

A Futuna, la conductivité des rivières s'est située entre 133 et 274  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Elle augmente de l'amont vers l'aval des rivières. Par exemple, sur la Vainifao, elle passe de 133  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 202  $\mu\text{S}/\text{cm}$  du cours supérieur au cours inférieur de la rivière.

#### **LES IONS MAJEURS (CHLORURES, CALCIUM, MAGNESIUM, SULFATES, POTASSIUM ET SODIUM)**

A Wallis, à l'exception du lac Lalolalo, les teneurs en ions majeurs analysées dans les lacs Lanutavake, Kikila, Lano et Alofivai sont relativement faibles et comparables : inférieures à 5 mg/l en chlorures, calcium, magnésium et potassium et à 10 mg/l en sodium. Le Lac Lalolalo présente des valeurs relativement élevées en ions chlorures (440 mg/l), magnésium (23 mg/l), sulfates (67 mg/l) et sodium (264 mg/l).

Les teneurs en ions sulfates sont faibles dans les lacs Lanutavake et Alofivai (5 mg/l). Elles sont plus élevées dans les lacs Kikila et Lano (21 et 28 mg/l respectivement) qui présentent cependant une faible minéralisation globale (conductivité inférieure à 42  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). L'origine volcanique de Wallis pourrait expliquer la relativement forte concentration en sulfates relevée dans le lac de cratère Lano. En revanche, la valeur mesurée dans le lac de dépression Kikila reste difficilement explicable, compte tenu des données dont nous disposons.

A Futuna, les valeurs relevées dans les rivières sont également homogènes : les teneurs en chlorures sont comprises entre 5 et 8 mg/l ; celles en calcium entre 10 à 15 mg/l pour la majorité des sites ; celles en magnésium entre 5 à 7 mg/l ; celles en sulfates et potassium sont inférieures à 5 mg/l et celles en sodium inférieures à 10 mg/l. Le cours supérieur de la Vainifao présente les valeurs en ions calcium et magnésium les plus faibles : 7 mg/l et 3 mg/l respectivement.

#### **3.1.4 Teneurs en matières organiques et en nitrates**

Les lacs de dépression Kikila et Alofivai présentent des teneurs en matières organiques ( $\text{DBO}_5^*$  et  $\text{DCO}^*$ ) plus élevées que les lacs de cratères. En effet, les valeurs de  $\text{DBO}_5$  se situent aux alentours de 5 mg/l pour les premiers et de 1 mg/l pour les seconds. De même, les valeurs en  $\text{DCO}$  sont plus importantes pour les lacs de dépression, ainsi que pour le lac Lano (teneurs supérieures à 67 mg/l). Ces valeurs plus élevées peuvent s'expliquer par la quantité importante de matières organiques végétales en décomposition (feuilles, branches, ...) observée sur ces sites. Les concentrations en nitrates restent inférieures à 0,5 mg/l pour l'ensemble des stations d'étude.





## 3.2 LES POISSONS ET LES CRUSTACÉS DECAPODES DE WALLIS ET FUTUNA

Le principal objectif de l'étude était de réaliser un inventaire le plus exhaustif possible de la faune et de la flore des eaux douces de Wallis et de Futuna, afin de compléter les connaissances encore très fragmentaires des hydrosystèmes insulaires tropicaux.

### 3.2.1 Aspects écologiques et taxonomiques

La presque totalité des spécimens de poissons et crustacés décapodes collectés ont été déterminés. Avant octobre 2004, seulement 2 espèces de poissons avaient été signalées à Wallis et Futuna : le tilapia *Oreochromis mossambicus* et une espèce d'anguille. Suite à la mission d'inventaire réalisée, 34 espèces sont identifiées dans les milieux dulçaquicoles de ces 2 territoires. Il s'agit de 16 espèces de crustacés décapodes et de 18 espèces de poissons, dont 4 (ou 5) sont nouvelles pour la science et endémiques de Futuna et 2 espèces sont introduites. Le tableau 3.3 présente la liste de ces espèces et l'annexe 1 les espèces collectées sur chaque site.

Cette liste comporte les espèces diadromes<sup>2</sup>, vicariantes, complémentaires et sporadiques indigènes\* (voir explications ci-après) susceptibles d'être rencontrées dans les eaux douces et les eaux saumâtres\* de façon pérenne ou régulière, ainsi que les espèces introduites en eau douce. Les espèces marines qui pénètrent parfois en quête de nourriture ou de déplacements dans les estuaires ou qui y séjournent à l'état juvénile, ne figurent pas dans cette liste.



**Photo 3.1 : *Sicyopterus lagocephalus* (Photo P. Sasal)**

---

<sup>2</sup> Les poissons diadromes migrent alternativement entre l'eau salée et l'eau douce selon la période de leur vie.

**Tableau 3.3 : Liste des espèces de poissons et crustacés décapodes recensées à Wallis et à Futuna**

Familles	Noms des espèces	Futuna	Wallis	Distribution
<b>CRUSTACÉS</b>				
Atyidae	<i>Atyoida pilipes</i>	X		Pacifique
	<i>Atyopsis spinipes</i>	X		Pacifique
	<i>Caridina serratirostris</i>	X		Indo-Pacifique
	<i>Caridina typus</i>	X		Indo-Pacifique
	<i>Caridina weberi</i>	X		Indo-Pacifique
	<i>Macrobrachium aemulum</i>	x		Indo-Pacifique
Palaemonidae	<i>Macrobrachium australe</i>	x		Indo-Pacifique
	<i>Macrobrachium gracilirostre</i>	x		Pacifique
	<i>Macrobrachium grandimanus</i>	x	x	Pacifique
	<i>Macrobrachium lar</i>	x	x	Indo-Pacifique
	<i>Macrobrachium latimanus</i>	x		Pacifique
	<i>Macrobrachium placidulum</i>	x		Pacifique
	<i>Palaemon concinnus</i>	x		Indo-Pacifique
	<i>Palaemon debilis</i>		x	Indo-Pacifique
Grapsidae	<i>Ptychognatus sp.</i>	x		?
	<i>Geosesarma sp.</i>	x		?
<b>POISSONS</b>				
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>	x		Indo-Pacifique
	<i>Anguilla megastoma</i>	x		Pacifique
	<i>Anguilla obscura</i>	x	x	Pacifique
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata*</i>		x	
Syngnathidae	<i>Microphis retzii</i>	x		Pacifique
Kuhliidae	<i>Kuhlia marginata</i>	x		Pacifique
	<i>Kuhlia rupestris</i>	x	x	Indo-Pacifique
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus*</i>		x	
Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>	x	x	Indo-Pacifique
Gobiidae	<i>Awaous ocellaris</i>	x		Pacifique
	<i>Lentipes kaaea</i>	x		Nouvelle-Calédonie et Vanuatu, Futuna
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	x		Indo-Pacifique
	<i>Sicyopus (Smilosicyopus) sasali**</i>	x		Futuna
	<i>Sicyopus (Sicyopus) sp2**</i>	x		Futuna
	<i>Stenogobius keletaona**</i>	x		Futuna
	<i>Stiphodon elegans</i>	x		Polynésie, Samoa
	<i>Stiphodon rubromaculatus**</i>	x		Futuna
	<i>Stiphodon sp2**</i>	x		Futuna, ?

\* espèce introduite ; \*\* espèce endémique

### 3.2.1.1 Caractéristiques écologiques et répartition des espèces

La compréhension de la répartition biogéographique et de l'écologie des espèces nécessite de classer celles-ci en fonction de leur tolérance à la salinité, critère majeur d'adaptation en milieu insulaire. Marquet *et al.* (2003) proposent la classification suivante:

1. Les poissons Primaires sont strictement intolérants aux eaux salées.
2. Les poissons Secondaires sont plutôt inféodés aux eaux douces, mais sont capables de passer des barrières salées étroites.

3. Les poissons Diadromes migrent alternativement entre l'eau salée et l'eau douce selon la période de leur vie. Ce groupe comprend trois sous catégories :
  - o Les poissons Anadromes qui passent la majorité de leur vie dans l'eau de mer et migrent dans l'eau douce pour s'y reproduire ;
  - o Les poissons Catadromes qui passent la majorité de leur vie dans l'eau douce et migrent dans l'eau de mer pour s'y reproduire ;
  - o Les poissons Amphidromes dont les femelles pondent dans l'eau douce de très nombreux ovules fertilisés ensuite par les mâles. Après leur éclosion, les larves, entraînées par le courant, gagnent la mer où la durée de leur séjour est variable. Les jeunes alevins retournent ensuite dans l'eau douce pour y poursuivre leur croissance. La migration n'a pas pour objectif la reproduction, comme c'est le cas dans les deux catégories précédentes.
4. Les poissons Vicariants sont présumés non diadromes et sont des représentants d'eau douce d'une famille d'origine marine.
5. Les poissons Complémentaires sont des poissons d'eau douce souvent ou habituellement diadromes et appartenant à des groupes marins. Ils deviennent dominants en eau douce si les catégories 1, 2 et 4 ne sont pas présentes.
6. Les poissons Sporadiques sont des poissons vivant indifféremment en eau douce ou salée ou qui rentrent en eau douce sporadiquement sans vraie migration (Marquet *et al.*, 2003).

"Les espèces d'eau douce vraies se répartissent, en réalité, en deux groupes : les poissons primaires, appartenant à des familles de poissons strictement inféodés aux eaux douces, et les poissons secondaires, appartenant à des familles capables de franchir de courtes barrières océanes salées pour rejoindre un autre bassin. Cette capacité plus ou moins grande de dispersion et de colonisation selon les espèces est à la base de la compréhension des variations de peuplements ichthyologiques selon les milieux et les époques" (Marquet *et al.*, 2003).

Comme la plupart des îles du Pacifique, les îles de Wallis et Futuna se caractérisent par l'absence de poissons primaires indigènes\*. Les poissons vicariants sont essentiellement représentés par deux espèces du genre *Kuhlia* qui ne fréquentent que les eaux courantes des cours inférieurs et moyens des rivières.

Les poissons diadromes catadromes\* sont représentés par trois espèces d'anguilles. *Anguilla obscura*, l'espèce la mieux représentée, a été récoltée au lac Lalalo et dans les tarodières de Futuna. C'est une espèce préférant les milieux peu courants et qui vit sur des substrats sédimentaires fins (sable, ....) et ou dans des milieux riches en végétation (marais). *Anguilla megastoma* n'a été récoltée que sur un site (entre le cours moyen et le cours supérieur de la Galoli). C'est une espèce qui vit généralement dans le cours supérieur des rivières. *Anguilla marmorata* est une espèce d'anguille fréquente dans les rivières de Futuna, colonisant les cours inférieurs, moyens et supérieurs.

La majorité des poissons de Futuna sont diadromes amphidromes\*. Ils comprennent essentiellement deux familles : les Gobiidae et les Eleotridae. Leur répartition dépend de l'altitude et du courant.

Les Eleotridae (*Eleotris fusca*) se rencontrent aussi bien dans les eaux courantes, là où le courant est faible, de l'estuaire au cours moyen, que dans les eaux stagnantes. En ce qui concerne les Gobiidae, *Awaous ocellaris* (espèce du Pacifique rare à Futuna) et *Stenogobius keletaona* (espèce endémique) sont cantonnées au cours inférieur des rivières et aux eaux stagnantes littorales. Les *Stiphodon* colonisent le cours inférieur (*S. elegans*) et le cours moyen (*S. rubrofasciatus*), essentiellement là où le courant est faible. *Sicyopterus lagocephalus* est capable de franchir des cascades tout comme les *Lentipes* et *Sicyopus sasali*.

Enfin, les poissons sporadiques ne colonisent que le cours inférieur des rivières. Ils appartiennent essentiellement à la famille des Syngnathidae représentée par *Microphis retzii* à Futuna.

Les espèces de crustacés décapodes d'eau douce sont tous diadromes amphidromes. Sept espèces de *Macrobrachium* ont été recensées à Wallis et Futuna, ce qui reste remarquable compte tenu de la taille de ces îles. Les Grapsidae, représentées par au moins 2 espèces, *Ptychognatus sp.* et *Geosesarma sp.*, n'ont été recensées qu'à Futuna.

### 3.2.1.2 Poissons et crustacés décapodes de Wallis

A Wallis, 5 espèces de poissons dont 2 introduites (*Oreochromis mossambicus* et *Poecilia reticulata*) et 3 espèces de crustacés décapodes à large répartition dans le Pacifique ou l'Indo-Pacifique (*Macrobrachium lar*, *M. grandimanus* et *Palaemon debilis*) ont été recensées. L'absence de rivières et l'aménagement des principales sources en lavoirs expliquent certainement la faible diversité spécifique observée sur cette île.

L'espèce introduite *Oreochromis mossambicus* a été collectée dans la majorité des sites étudiés. La source d'eau douce non aménagée de Vaitauolo, à proximité du milieu côtier, a présenté une diversité spécifique originale avec deux espèces de crustacés décapodes recensées uniquement dans ce site : *Macrobrachium grandimanus* et *Palaemon debilis*.

L'espèce *Anguilla obscura* a été collectée principalement dans le lac de cratère Lalolalo. Plusieurs hypothèses permettraient d'expliquer la présence de cette espèce dans ce lac. La plus probable d'entre elle serait l'existence d'une communication (faille) entre le lac et le littoral qui permettrait l'entrée des civelles. Ceci expliquerait également la relativement forte conductivité enregistrée dans le lac Lalolalo par comparaison avec les autres lacs de cratère (1648  $\mu\text{S}/\text{cm}$  contre 97  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 35  $\mu\text{S}/\text{cm}$  pour les lacs Lanutawake et Lano respectivement).

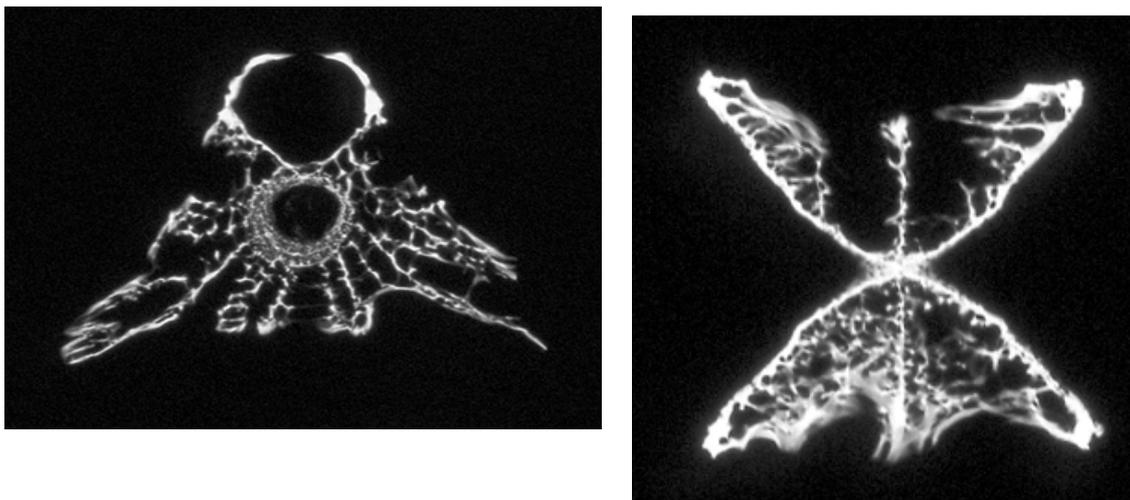
Les caractéristiques écologiques des lacs de cratère semblent empêcher l'installation d'autres espèces d'anguille à large répartition dans le Pacifique (et recensées à Futuna) telles que *A. marmorata* et *A. megastoma*. Ces espèces vivent généralement dans des eaux courantes et/ou d'altitude.

Enfin, aucun poisson ou crustacé décapode n'a été prélevé dans le Lac Alofivai aux eaux très turbides et à température élevée (près de 33°C).

➤ **Ostéologie des anguilles *A. obscura* du Lac Lalolalo**

Trois anguilles capturées au lac Lalolalo ont fait l'objet d'un ageâge afin d'essayer de comprendre comment elles étaient arrivées dans ce lac clos. L'otholimétrie a montré que les spécimens avaient respectivement 7,9 et 10 ans. Elles vivaient donc dans le lac depuis plusieurs années.

D'autre part, il a été constaté que les vertèbres des anguilles du Lalolalo présentaient des particularités osseuses. En effet, celles-ci ont révélé une texture spongieuse pouvant résulter d'un phénomène d'ostéoporose. Des coupes histologiques ainsi que l'analyse de la constitution physico-chimique des vertèbres ont été réalisées.



**Photo 3.2 : coupes histologiques de vertèbres d'*A. obscura* du lac Lalolao (microradiographie)**

L'analyse des minéraux contenus dans les vertèbres montre que ces anguilles ont bénéficié d'une bonne croissance. L'ostéoporose apparente serait alors due à un phénomène de maturation génitale, ces anguilles bloquées dans le lac ne pouvant rejoindre leur aire de ponte dans le Pacifique.

### 3.2.1.3 Poissons et crustacés décapodes de Futuna

Les diversités spécifiques en poissons et crustacés décapodes sont relativement élevées dans les cours d'eau de Futuna, compte tenu de la petite taille de l'île. Ainsi 16 espèces de poissons et 15 espèces de crustacés décapodes ont été répertoriées dans l'ensemble des sites étudiés. Aucune espèce introduite n'a été trouvée.

Quatre (ou cinq) espèces de poissons Gobiidae sont nouvelles pour la science et endémiques de Futuna (tableau 3.3). Trois d'entre elle ont été décrites (Keith & Marquet, 2005 ; Keith & Marquet, 2006 ; Keith & Marquet, sous presse). Les 2 premières publications sont en annexe.

Les cours d'eau de la côte Ouest (Leava, Vainifao, Sausau) ont généralement présenté une richesse spécifique plus élevée que les rivières, plus courtes, du versant oriental (Sofala, Galoli, Vainui).

Parmi les décapodes, les Atyidae *Atyoida pilipes*, *Atyopsis spinipes* et *Caridina typus* et les Palaemonidae *Macrobrachium australe*, *M. gracilirostre* et *M. lar* sont les espèces les mieux représentées et les plus abondantes dans les cours d'eau. Sur certains secteurs, *M. lar* présentait des densités très élevées.

De façon surprenante, *Palaemon debilis*, espèce à large répartition dans l'Indo-Pacifique, n'a pas été recensée à Futuna alors qu'elle a été collectée à Wallis. Cette espèce pourrait être présente à Futuna même si elle préfère généralement les eaux saumâtres des zones estuariennes, milieux peu représentés à Futuna. En ce qui concerne les poissons, *Anguilla marmorata* et *Sicyopterus lagocephalus* ont été collectés sur la majorité des sites d'étude.



**Photo 3.3 : *Macrobrachium latimanus* (Photo P. Sasal)**

Une collection de référence des poissons et crustacés décapodes a été envoyée au service de l'environnement de Wallis courant avril 2005 ; une autre est entreposée au Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris).

### **3.2.2 La zonation des cours d'eau de Futuna**

A Futuna, seule des deux îles possédant des rivières, nous proposons 3 zones susceptibles de rendre compte de la répartition des peuplements de poissons et de macrocrustacés dans les eaux courantes. Ces zones sont définies en fonction de la pente, de la vitesse moyenne du courant et de la granulométrie du substrat :

- une zone de rhitron, caractérisée par un débit d'étiage très faible et une succession de rapides et de pools, dont l'accès est limité à quelques espèces de poissons et de macrocrustacés d'eau douce, dotées de capacités de franchissement relativement exceptionnelles. Cette zone peut être assimilée au cours supérieur (altitude supérieure à 200 mètres);

- une zone intermédiaire, le cours moyen, composée de faciès\* d'écoulements de type lotique\*, dont l'accès est possible pour une partie des espèces de poissons et de macrocrustacés au moins (sans obstacle important au franchissement) (entre 10 et 200 m d'altitude);
- le cours inférieur (entre 0 et 10 m d'altitude), divisé en deux parties. La première située en amont de la zone d'influence de la marée et composée de faciès d'écoulements\* de type lentique ; la seconde, la zone d'estuaire\*, sous influence de la marée.

Selon les rivières, certaines zones peuvent être réduites, voire inexistantes.

Sur cette île, il existe au sein de chacune des zones proposées un lien fort entre le faciès\* d'écoulement et la présence des espèces. Les faciès\* de type plat, chenal lentique, chenal lotique, radier sont généralement les plus diversifiés et les plus riches en biomasse (*Macrobrachium spp.*, Gobiidae). A l'inverse, les zones de rapides sont essentiellement colonisées par des espèces présentant des adaptations particulières (ventouses pour les gobies, reptation pour les anguilles).

Il est important de noter que cette zonation n'est qu'un outil de caractérisation des unités d'écoulement d'une portion de rivière à un instant donné. La variabilité de l'écoulement des cours d'eau et leur caractère torrentiel ont pour conséquence de transformer très rapidement un faciès en un autre.

Le fait que les conditions écologiques deviennent de plus en plus contraignantes avec l'altitude (fort courant, rareté et indisponibilité de la nourriture) explique que près de trois quarts des espèces soient cantonnées à une seule zone, le cours inférieur, tandis que seulement quelques-unes (*Anguilla marmorata*, *Sicyopterus lagocephalus*, *Macrobrachium lar*,...) peuvent être trouvées depuis le cours inférieur jusqu'au cours supérieur de la rivière et que très peu vivent seulement (à l'état adulte) dans le cours supérieur (*Lentipes kaaea*, *A. megastoma*,...). Le nombre d'espèces de poissons d'eau douce diminue progressivement de l'embouchure vers l'amont des rivières. Cette diminution est brutale après le franchissement d'une cascade. En revanche, elle est moins nette pour les crustacés, plus aptes à franchir ce type d'obstacle.

### 3.2.3 Aspects biogéographiques

Même si les enjeux d'une analyse biogéographique sont fondamentaux en terme de mise en place de mesures de protection et de gestion durable de l'environnement des îles de la zone Indo-Pacifique, les données disponibles dans la littérature sont encore rares ou incomplètes. Nous avons tout de même réalisé une synthèse bibliographique des données disponibles pour les poissons et les crustacés de différents milieux insulaires de la zone biogéographique considérée.

Les données ont été compilées d'études réalisées en Nouvelle-Calédonie (Marquet *et al.*, 2003), en Polynésie Française (Keith *et al.*, 2002), aux îles Fidji (Ryan, 1980), à l'île de La Réunion (Keith *et al.*, 1999) et à Hawaii (Eldregde, 2000, Yamamoto & Tagawa, 2000) et comparées avec celles obtenues à Wallis et Futuna lors de notre mission d'échantillonnage (tableau 3.4).

**Tableau 3.4 : Nombre de poissons et de crustacés décapodes dans différentes îles de l'Indo-Pacifique**

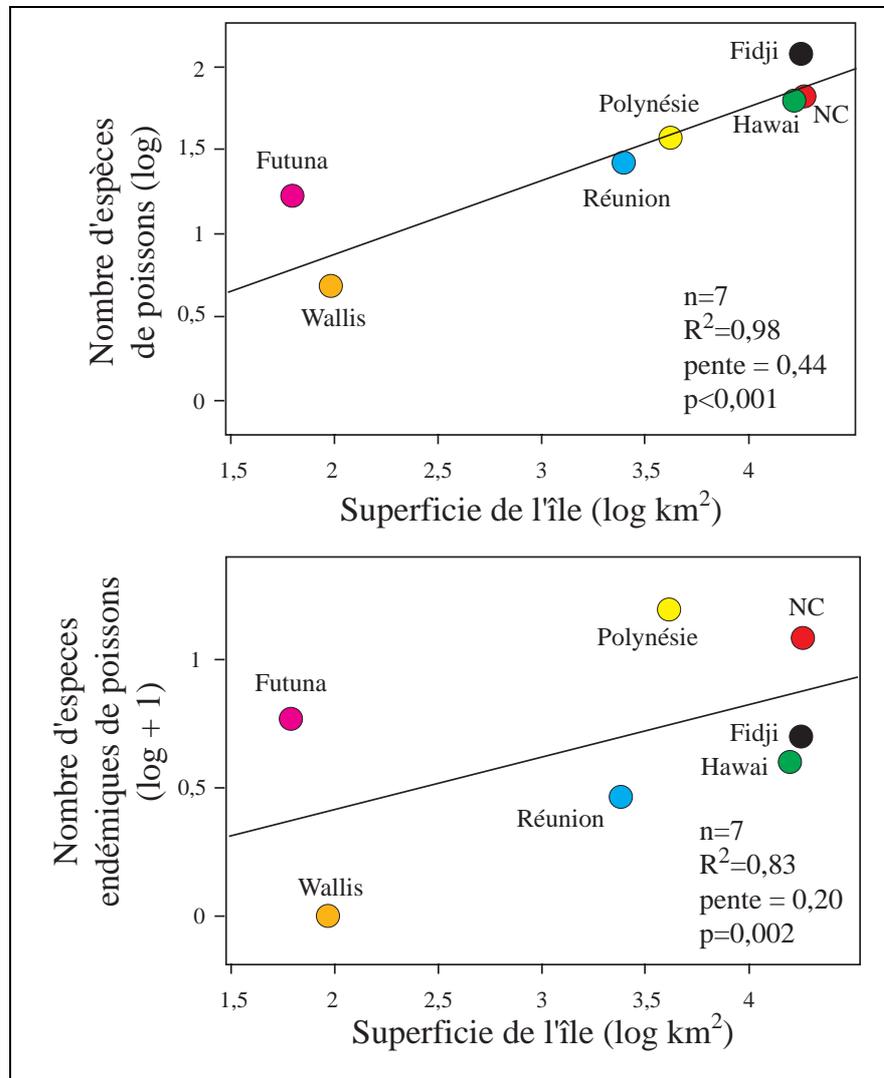
Ile	Poissons	Crustacés	Nombre de poissons introduits	Superficie totale du territoire (km <sup>2</sup> )	Densité (hab/km <sup>2</sup> )
Hawaï	60 (3)	9 (2)	50	16 705	74
Réunion	25 (2)	10 (1)	4	2 512	282
Polynésie	37 (15)	18 (2)	3	4 200	58
Nouvelle-Calédonie	64 (11)	37 (14)	8	18 575	12
Fidji	96 (4)	25 (3)	21	18 400	45
Wallis	4 (0)	3 (0)	2	96	105
Futuna	16 (5 ?)	15 (0)	0	64	76

(Nombre d'espèces endémiques)

En ce qui concerne les poissons, et conformément aux prédictions du modèle de biogéographie insulaire, il existe une relation significative positive entre la taille de l'île et le nombre d'espèces de poissons (régression simple en log N=7, R<sup>2</sup>=0.98, b=0.44, p<0.001). La relation est aussi significative avec le nombre d'espèces de poissons endémiques (simple régression en log N=7, R<sup>2</sup>=0.83, b=0.20, p<0.01) (figure 3.1).

L'île de Futuna apparaît au dessus de la droite de régression générale révélant à la fois une diversité et un taux d'endémisme remarquable compte tenue de sa superficie.

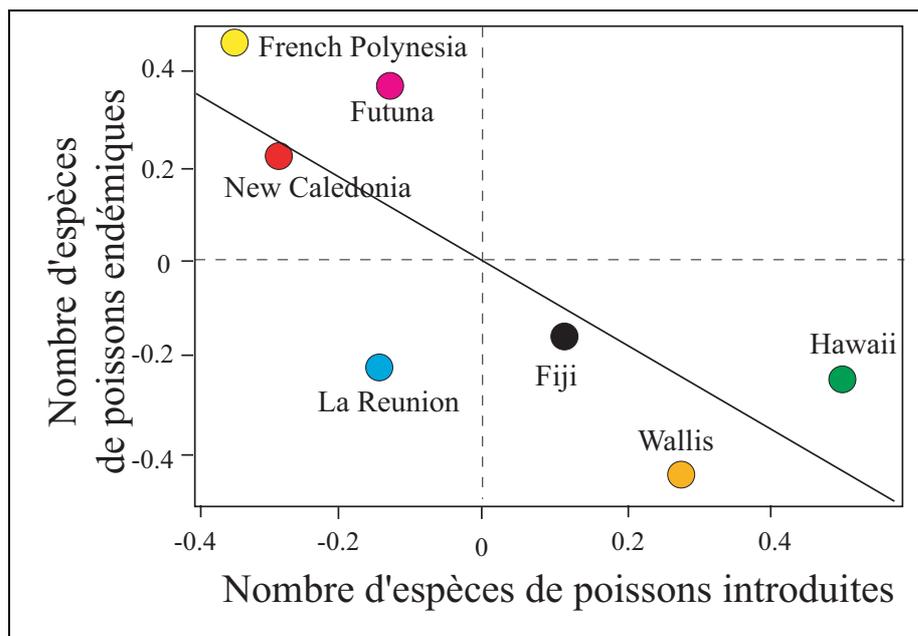
Wallis, dont la diversité spécifique est faible et où aucune espèce endémique n'a été trouvée, se retrouve en dessous de la droite de régression.



**Figure 3.1 : Relations entre la superficie des îles considérées et le nombre d'espèces de poissons**

Lorsque l'on corrige mathématiquement l'effet lié à la taille de l'île, il existe une relation significative négative entre le nombre d'espèces endémiques présentes sur une île et le nombre d'espèces introduites (simple régression corrigée pour la taille de l'île, N=7, R2=0.60, b=-0.88, p=0.02) (figure 3.2).

Un point original de cette relation est la valeur négative et proche de -1 de la pente de la régression, indiquant que lorsqu'une espèce de poisson est introduite, une espèce de poisson endémique est susceptible de disparaître.



**Figure 3.2 : Relation entre le nombre d'espèces de poissons endémiques et le nombre d'espèces de poissons introduites pour les îles considérées**

Par ailleurs, il n'existe pas de relation entre le nombre d'espèces de poisson, ni endémique, ni introduite et la densité de population sur l'île. Ce dernier résultat révèle que ce sont bien les introductions d'espèces mais aussi les aménagements des cours d'eau qui sont les plus importants facteurs affectant la richesse spécifique et le taux d'endémisme des poissons dans les îles tropicales de la région Indo-Pacifique.

### 3.3 LES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES

L'annexe 2 présente pour chaque station le nombre d'individus dénombrés par taxon. Des traitements simples ont été effectués et permettent de fournir une première description des milieux considérés.

#### 3.3.1 Aspects taxonomiques

##### 3.3.1.1 Quelques définitions

La majorité des macroinvertébrés d'eau douce appartiennent à la classe des insectes. Contrairement aux crustacés, les insectes sont tous d'origine terrestre, la colonisation des eaux douces étant secondaire. Chez la majorité des insectes aquatiques, les stades immatures (œufs et larves) sont aquatiques. L'adaptation au milieu aquatique est rarement totale et pour de nombreuses espèces, la reproduction implique le passage par un stade terrestre représenté par l'adulte (Tachet *et al.*, 2000).

Les insectes aquatiques se composent de 2 grands groupes : les holométaboles et les hétérométaboles. Chez les holométaboles, les larves présentent une morphologie très différente de celle des adultes. La larve grandit par mues successives et son activité principale consiste à se nourrir pour grandir. Lorsque sa croissance est terminée, la larve se fixe sur un support ou s'immobilise sur le substrat et s'entoure d'une enveloppe protectrice : c'est la nymphe\*. Lors d'une dernière mue (mue imaginale), la nymphe se transforme en adulte (ou imago\*). Les coléoptères, les trichoptères, les lépidoptères et les diptères sont des holométaboles (organismes à métamorphose complète).

Chez les hétérométaboles (éphéméroptères, odonates, hétéroptères), les larves ressemblent à de petits adultes sans ailes. Ces dernières se développent à l'extérieur du corps lors de mues successives dans des fourreaux alaires. Elles seront définitivement formées au moment de la dernière mue, ce qui marque le passage du stade larvaire au stade adulte. L'imago ne grandira plus. On parle ici de métamorphose incomplète (absence de stade nymphal).

Un échantillon de faune benthique contient généralement des formes larvaires, nymphales et des parfois des adultes.

➤ **L'identification des insectes aquatiques**

Les larves des insectes aquatiques des îles tropicales du Pacifique Sud sont encore mal connues. En effet, bien que les larves soient les formes le plus souvent collectées lors d'échantillonnage en milieu aquatique, les critères d'identification des espèces reposent généralement sur l'anatomie des formes adultes (nervures des ailes chez les Odonates, anatomie de l'appareil génital mâle chez les Trichoptères...). Ainsi la grande majorité des publications existantes sur les insectes aquatiques décrivent les formes adultes, et la majorité des taxonomistes travaillent sur les adultes plutôt que sur les larves.

Les adultes des insectes aquatiques sont généralement capturés au filet le long des berges, à proximité du lieu où vivent les larves et peuvent, le cas échéant, permettre l'identification des formes larvaires correspondantes. Chez les insectes holométaboles comme les trichoptères, les diptères ou les coléoptères, une larve non décrite ne pourra être identifiée à l'espèce que si le dernier stade larvaire et l'adulte ou la nymphe mâle sexuellement mature correspondant à la même espèce ont été collectés ensemble.

Or, il est rare de parvenir à collecter l'ensemble de ces stades biologiques au cours du même échantillonnage. C'est pourquoi de nombreuses formes larvaires d'insectes n'ont pas pu être identifiées à l'espèce.

3.3.1.2 *Les insectes aquatiques*

➤ **Les Ephéméroptères**

Une seule espèce d'éphéméroptère de la famille des Neophemeridae : *Potamanthellus caenoides* a été recensée dans les eaux courantes de Futuna. Relativement fréquente, l'espèce a été récoltée du cours inférieur au cours supérieur des rivières.

Cette espèce est présente dans toute la région orientale, de la Thaïlande à l'Indonésie, ainsi qu'en Malaisie et aux Philippines (Bae & Mc Cafferty, 1998).

➤ **Les Odonatoptères**

Les identifications spécifiques concernant ce groupe ont été réalisées par Michel Papazian (chercheur libre, Marseille) et Henri Dumont (Ghent University, Belgique).

Avant cette expédition, aucun odonate n'était connu des îles de Wallis et Futuna. Cette mission a permis de recenser 11 espèces : 3 zygoptères (demoiselles) et 8 anisoptères (libellules). Aucune d'elle n'est endémique de ces îles. Les demoiselles sont représentées par la famille des Coenagrionidae avec 3 genres. Les libellules sont

représentées par 2 familles : les Aeshnidae et les Libellulidae qui regroupent 7 genres (tableau 3.5).

La faune des Odonatoptères est plus diversifiée à Wallis (10 espèces répertoriées) qu'à Futuna (4 espèces). *Ischnura aurora* (Coenagrionidae) est l'espèce la mieux représentée de Wallis et *Diplacodes bipunctata* (Libellulidae) celle la plus abondante de Futuna. Cette espèce, prélevée majoritairement dans les tarodières, n'a pas été recensée à Wallis.

**Tableau 3.5 : Odonates prélevées à Wallis et à Futuna (larves et adultes)**

Famille	Taxon	Wallis		Futuna	
		Nombre de larves prélevées (nombre d'occurrence)	Nombre d'adultes prélevés	Nombre de larves prélevées (nombre d'occurrence)	Nombre d'adultes prélevés
Libellulidae	<i>Rhyothemis regia chalcoptilon</i>		7		
	<i>Rhyothemis phyllis dispar</i>		1		
	<i>Orthetrum sabina</i>	32 (1)	1		
	<i>Tramea transmarina</i>	9 (1)	2		
	<i>Pantala flavescens</i>	12 (1)	1	3 (1)	2
	<i>Tholymis tillarga</i>	3 (3)	2		
	<i>Diplacodes bipunctata</i>			91 (3)	24
Aeshnidae	<i>Anax guttatus</i>	2 (2)	3		
	<i>Anax sp.</i>			7 (3)	
Coenagrionidae	<i>Ischnura aurora</i>	432 (5)	8	41 (3)	7
	<i>Agriocnemis exsudans</i>		2		
	<i>Pseudagrion sp.</i>	18 (3)			
		10 espèces		4 espèces	

#### ➤ Les Hétéroptères

Les identifications spécifiques de cet ordre d'insectes ont été réalisées par Nico Nieser (Pays Bas). Les hétéroptères sont représentés par 4 familles (les Veliidae, les Mesoveliidae, les Gerridae et les Notonectidae) et 4 genres (tableau 3.6). Quatre des 7 espèces identifiées ont été recensées à Wallis et à Futuna : *Mesovelina vittigera*, *Limnogonus fossarum gilguy*, *L. luctuosus* et *Anisops nasutus*. L'espèce, *Microvelia* (sg. *Pacificovelina*) sp., recensée à Wallis uniquement et proche de *M. trichota* du Vanuatu (Nieser & Chen, 2005), serait nouvelle pour la science (Nieser, comm. pers.).

**Tableau 3.6 : Nombre de spécimens d'hétéroptères prélevés à Wallis et à Futuna**

Famille	Taxon	Wallis	Futuna
Veliidae	<i>Microvelia</i> (sg. <i>Pacificovelia</i> ) sp. nov. (?)	21	
	<i>Microvelia</i> sp.	1	21
Mesoveliidae	<i>Mesovelia vittigera</i> Horváth, 1895	42	
	<i>Mesovelia melanesica</i> J.&D. Polhemus, 2000		3
Gerridae	<i>Limnogonus fossarum gilguy</i> Andersen & Weir, 1997	14	4
	<i>Limnogonus luctuosus</i> (Montrousier, 1865)	2	8
Notonectidae	<i>Anisops nasutus</i> Fieber, 1851	3000	26
	<i>Anisops cleopatra</i> Distant, 1914		9
		6 espèces	6 espèces

➤ **Les Coléoptères**

Les identifications des coléoptères aquatiques ont été validées par Jäch Manfred (Natural History Museum, Autriche). Les larves de ce groupe d'insectes étant encore méconnues dans les régions tropicales et nécessitant de sérieuses révisions par les taxonomistes, il n'a pas été possible par le spécialiste d'identifier à l'espèce la majorité des individus récoltés.

A l'exception du genre *Neohydrocoptus* sp (Noteridae) inventorié dans les 2 îles, les espèces de coléoptères aquatiques diffèrent considérablement d'une île à l'autre. A Wallis, 3 autres familles ont été recensées dans les milieux dulçaquicoles : les Dytiscidae représentés par le genre *Hydaticus* sp. et l'espèce *Cybister tripunctatus*, les Hydrophilidae *Enochrus* sp. et les Cucurlionidae. A Futuna, des représentants de 2 familles ont été collectés : les Hydraenidae (*Hydraena* sp.) et les Dytiscidae *Hydrovatus* sp. et *Copelatus* sp.

**Tableau 3.7 : Nombre de spécimens de coléoptères prélevés à Wallis et à Futuna**

Famille	Taxon	Wallis	Futuna
Hydrophilidae	<i>Enochrus</i> sp.	2	
Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp.		1
Dytiscidae	<i>Hydaticus</i> sp.	1	
	<i>Cybister tripunctatus</i> (Olivier, 1795) ssp. <i>temnenkii</i> Aubé, 1838	10	
	<i>Hydrovatus</i> sp.		40
	<i>Copelatus</i> sp.		7
Noteridae	<i>Neohydrocoptus</i> sp.	8	1
Cucurlionidae		2	
		5 espèces au moins	4 espèces au moins

➤ **Les Trichoptères**

Deux familles de trichoptères ont été collectées au cours de l'étude : les Hydroptilidae représentés par le genre *Oxyethira sp.* et les Leptoceridae représentés par le genre *Tripletides sp.*. Les Hydroptilidae ont été bien représentés dans les milieux courants de Futuna (occurrence élevée). Les Leptoceridae en revanche n'ont été prélevés que dans les milieux lenticules, principalement les lacs de cratère de Wallis (Lanutavake, Lano, Lalolalo) et dans la tarodière de Sausau à Futuna.

➤ **Les Diptères**

Cet ordre d'insectes est généralement le mieux représenté parmi les insectes aquatiques. Des représentants de 7 familles correspondant à 15 taxons ont été recensés à Futuna : les Chironomidae, les Ceratopogonidae, les Psychodidae, les Limoniidae, les Culicidae, les Muscidae et les Rhagionidae. A Wallis, des Chironomidae, des Ceratopogonidae et des Culicidae ont été collectés (7 taxons au total).

**Tableau 3.8 : Nombre de spécimens de diptères prélevés à Wallis et à Futuna**

Famille	Taxon	Wallis (nombre d'occurrence)	Futuna (nombre d'occurrence)
Ceratopogonidae	Ceratopogoninae <i>Leptoconops sp.</i>	2 (2)	12 (4)
	Forcipomyiinae <i>Atrichopogon sp.</i>		2 (2)
	Forcipomyiinae Gen. 1 sp.	3	
Chironomidae	Chironomini <i>Polypedilum sp.</i>	203 (3)	1869 (15)
	<i>Chironomus spp.</i>	1150 (7)	9 (1)
	<i>Harrisius sp.</i>		11 (5)
	Tanytarsini <i>sp.</i>	91 (2)	
	<i>Corynoneura spp.</i>		88 (10)
	Orthoclaadiinae <i>Cardiocladius sp.</i>		343 (13)
	Pentaneurini <i>Genus sp.</i>	49 (3)	73 (3)
Limoniidae	<i>Limonia sp.</i>		196 (8)
Psychodidae	Gen. 1 sp.		1
	Gen. 2 sp.		9
	indéterminés		1
Culicidae	<i>Culex annulirostris</i>	84 (3)	7 (2)
Muscidae			5 (3)
Rhagionidae			1
		7 taxons (3 familles)	15 taxons (7 familles)

Les Chironomidae constituent la famille de diptère la mieux représentée dans les 2 îles avec les taxons *Chironomus sp.* à Wallis et *Polypedilum sp.*, *Corynoneura sp.* et *Cardiocladius sp.* à Futuna. Sur cette île; les Limoniidae *Limonia sp.* ont également été recensés dans une majorité de stations d'étude (tableau 3.8). Une seule espèce de

Culicidae *Culex annulirostris* a été répertoriée dans les lacs et tarodières de Wallis et Futuna.

### 3.3.1.3 Les microcrustacés

#### ➤ Les copépodes

Les copépodes ont été identifiés par D. Defaye (MNHN, Paris). A Wallis comme à Futuna, une seule espèce, *Mesocyclops aspericornis*, a été répertoriée. C'est une espèce pantropicale\* connue des îles du Pacifique (Hawaï, îles Marshall, Tahiti) et eurytope\* qui a une grande capacité à coloniser de nouveaux habitats. Elle est d'ailleurs considérée comme espèce invasive dans certaines régions du globe (au Mexique par exemple). Elle est omnivore (dont carnivore) et a été utilisée comme agent de lutte biologique contre les moustiques (dengue, paludisme) (Defaye, comm. pers.).

#### ➤ Les cladocères

Les cladocères, répertoriés uniquement à Wallis, ont été identifiés par Henri Dumont (Ghent University, Belgique). Une seule espèce benthique, *Ilyocryptus spinifer*, a été récoltée.

#### ➤ Les ostracodes

Les ostracodes ont été identifiés par Claude Meisch (Muséum d'Histoire Naturelle de Luxembourg).

**Tableau 3.9 : Nombre de spécimens d'ostracodes prélevés à Wallis et à Futuna**

Famille	Taxon	Wallis (nombre d'occurrence)	Futuna (nombre d'occurrence)
Cyprididae	<i>Stenocypris major</i> (Baird, 1859)	5752 (8)	2
	<i>Stenocypris malayica</i> Victor & Fernando, 1981	120 (2)	148 (4)
	<i>Chrissia</i> (cf.) <i>perarmata</i> (Brady, 1904)	188 (6)	
	<i>Chrissia</i> sp.	6 (2)	
	<i>Strandesia vinciguerrae</i> Masi, 1905	224 (2)	8
	<i>Cypretta seurati</i> Gauthier, 1929	3689 (4)	289 (2)
	<i>Cypridopsis vidua</i> (Müller, 1776)	4	478 (5)
Cytheroidea	indéterminé	1	
Candonidae	<i>Candonopsis</i> juv. non dét.		17
Darwinulidae	<i>Alicenula</i> cf. <i>serricaudata</i> (Klie, 1935)	2	
		9 taxons	6 taxons

La faune des ostracodes est mieux représentée à Wallis qu'à Futuna, que ce soit en terme d'abondance ou d'occurrence. Les Cyprididae dominent les peuplements avec les

espèces *Stenocypris major* et *Cyprretta seurati* à Wallis et *Cypridopsis vidua* et *Stenocypris malayica* à Futuna. Les Cyprididae sont largement représentés dans les eaux douces des régions à climat tempéré et à climat (sub)tropical.

Parmi les espèces recensées, une seule est cosmopolite. Il s'agit de *Cypridopsis vidua* (O.F. Müller, 1776), espèce pratiquement ubiquiste dans les étangs et la zone littorale des lacs, dans les endroits riches en végétation aquatique. Les autres espèces présentent une large répartition circum-tropicale à l'exception de l'espèce *Stenocypris malayica*, signalée ici pour la première fois depuis sa découverte en Malaisie (Meisch, comm. pers.).

Toutes les espèces prélevées dans le cadre de l'étude sont parthénogénétiques et aucun individu mâle n'a été récolté. L'explication probable en est qu'une seule femelle, apportée par exemple dans le plumage ou sur les pattes d'un oiseau, peut suffire pour fonder une colonie (C. Meisch, comm. pers.).

### 3.3.1.3 Les mollusques

Les mollusques des milieux dulçaquicoles ont été identifiés avec l'aide de Jean-Pierre Pointier (EPHE, Université de Perpignan) et Ahmed Abdou (MNHN, Paris). Les spécimens de Neritidae sont actuellement en cours d'identification par Alison Haynes (University of the South Pacific, Fidji).

Futuna se distingue de Wallis avec 11 taxons identifiés dont 7 de la famille des Neritidae. Les mollusques de Wallis (3 espèces) sont caractéristiques des milieux lentiques.

**Tableau 3.10 : Nombre de spécimens de mollusques prélevés à Wallis et à Futuna**

		Wallis (nombre d'occurrence)	Futuna (nombre d'occurrence)
Planorbidae	<i>Gyraulus sp.</i>		9 (4)
	<i>Physastra nasuta?</i>	31 (3)	647 (4)
Lymnaeidae	<i>Pseudosuccinea columella</i>	4	16 (4)
Thiaridae	<i>Melanooides tuberculata</i>	590 (6)	1708 (15)
Neritidae	<i>Clithon sp.1</i>		92 (10)
	<i>Clithon sp.2</i>		17 (5)
	<i>Neritina canalis</i>		32 (4)
	<i>Neritina adumbrata?</i>		4 (2)
	<i>Septaria sp.1</i>		13 (3)
	<i>Septaria suffreni</i>		4
	<i>Neritilia rubida</i>		12 (4)
		3 espèces	11 taxons

### 3.3.2.5 Conclusions

D'un point de vue taxonomique, les peuplements benthiques des milieux dulçaquicoles de Wallis sont très différents de ceux de Futuna. Près des deux tiers des taxons identifiés ont été trouvés dans les milieux d'eau douce d'une seule des 2 îles. Les insectes odonoptères et les ostracodes sont plus diversifiés à Wallis qu'à Futuna, qui est plus riche en insectes diptères et en mollusques (tableau 3.11).

**Tableau 3.11 : Nombre de taxons ou d'espèces recensées à Wallis et à Futuna et estimation de l'endémicité dans chaque groupe considéré**

	Wallis		Futuna		Nb total d'espèces répertoriées	Nb d'espèces communes à Wallis et à Futuna
	Nb d'espèces (taxons) répertoriées	Nb d'espèces endémiques (% d'endémisme)	Nb d'espèces (taxons) répertoriées	Nb d'espèces endémiques		
<b>Insectes</b>						
Ephéméroptères	0	/	1	0	1	0
Odonoptères	10	0	4	0	11	2
Hétéroptères	6	1 (16%)	6	0	7	4
Coléoptères	5	?	4	?	8	1
Trichoptères	2	?	2	?	2	2
Diptères	7	?	15	?	16	5
<b>Microcrustacés</b>						
Copépodes	1	0	1	0	1	1
Cladocères	1	0	0	/	1	0
Ostracodes	9	0	6	0	9	5
<b>Mollusques</b>	3	0	11	?	11	3

Le taux d'endémicité des insectes aquatiques reste difficile à évaluer étant donné qu'il n'a pas été possible d'identifier à l'espèce une partie des taxons récoltés. On peut cependant affirmer que parmi les spécimens récoltés, il n'y a aucune espèce nouvelle (endémique) chez les odonoptères et les éphéméroptères. Une espèce d'hétéroptère de Wallis serait nouvelle pour la science (Nieser, comm. pers.) et en ce qui concerne les autres ordres d'insectes (coléoptères, trichoptères et diptères) des investigations complémentaires et un échantillonnage plus poussé et suivi pourraient permettre d'évaluer le taux d'endémicité de ces groupes.

Les microcrustacés (copépodes, cladocères, ostracodes), avec une dizaine d'espèces identifiés, ne présentent aucune espèce nouvelle. Il en est certainement de même pour les mollusques, en raison de leurs facilités de propagation. En effet, une partie de leur cycle biologique se passe en milieu marin (Resh *et al.*, 1992).

### 3.3.2 Composition des peuplements benthiques de Wallis et de Futuna

#### 3.3.2.1 Généralités

A Wallis, plus de 25 000 invertébrés benthiques se rapportant à 59 taxons ont été prélevés. Les microcrustacés ostracodes, copépodes et cladocères ont représenté près de 72% des invertébrés collectés et les insectes environ 21% (figure 3.3, tableau 3.12). En effet, les microcrustacés ont été particulièrement abondants dans certains plans d'eau (Lano, Kikila, Alofivai) : par exemple plus de 5000 copépodes et 3500 ostracodes ont été prélevés au Lac Lano.

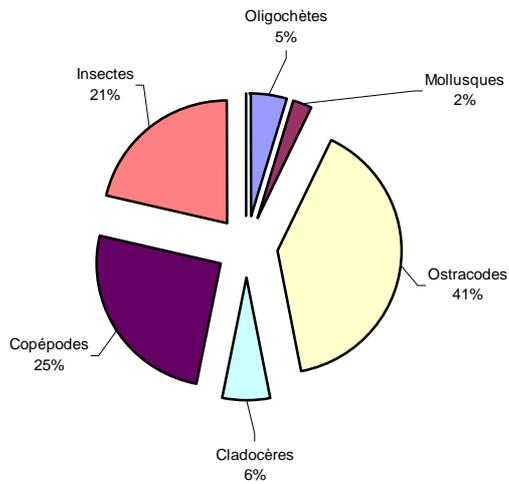
A Futuna, environ 8650 individus ont été récoltés, répartis en 73 taxons. Quarante deux pour cent des individus prélevés sont des insectes. Les mollusques ont représenté près de 30% des invertébrés récoltés et les oligochètes environ 8% (tableau 3.12, figure 3.3).

**Tableau 3.12 : Abondances relatives des principaux groupes faunistiques prélevés dans les stations d'étude de Wallis et de Futuna**

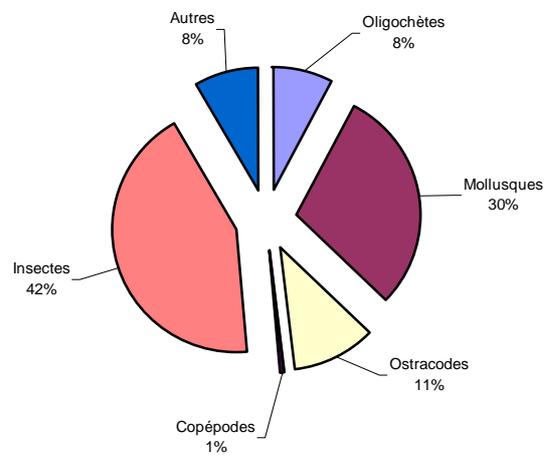
	WALLIS		FUTUNA	
	Effectifs récoltés	Abondance relative (%)	Effectifs récoltés	Abondance relative (%)
Oligochètes	1155	4,62	661	7,65
Mollusques	625	2,50	2554	29,54
Crustacés ostracodes	9987	39,93	942	10,90
Crustacés cladocères	1503	6,01	0	0
Crustacés copépodes	6362	25,43	54	0,62
Insectes	5350	21,39	3707	42,88
Autres	32	0,13	727	8,41
<b>Nombre total d'individus</b>	25014		8645	
	59 taxons		73 taxons	



**Photo 3.4 : Clithon sp. (Neritidae) en vue dorsale et ventrale (Photo A.Dutartre)**



(a)



(b)

**Figure 3.3 : Abondances relatives des principaux groupes de macrofaune benthique à Wallis (a) et à Futuna (b)**

Les insectes sont représentés par 8 ordres à Futuna : les collemboles, les lépidoptères, les éphéméroptères, les odonatoptères, les hétéroptères, les diptères, les trichoptères et les coléoptères. Des représentants des mêmes ordres d'insectes ont été récoltés à Wallis, à l'exception des éphéméroptères.



**Photo 3.5 : *Diplacodes bipunctata* (odonate Libellulidae) à la tarodière de la Leava, Futuna (Photo P. Sasal)**



**Photo 3.6 : *Rhyothemis regia* (odonate Libellulidae) à la tarodière de la Leava, Futuna (Photo P. Sasal)**

A Wallis, les hétéroptères, les diptères et les odonates ont représenté plus de 97 % des insectes prélevés dans les lacs et les tarodières. Cependant, les hétéroptères ont été particulièrement abondants dans une seule station, le lac Alofivai, où plus de 3000 individus ont été collectés. Les lépidoptères, les collemboles et les coléoptères sont peu représentés avec une abondance relative inférieure à 0,5% (tableau 3.13).

A Futuna, les peuplements des milieux d'eau douce sont dominés par les diptères (70%) et les trichoptères (19%). Les éphéméroptères, les coléoptères et les hétéroptères ont été en général peu abondants (abondances relatives inférieures à 2%) (tableau 3.13).

**Tableau 3.13 : Effectifs et abondances relatives des ordres d'insectes prélevés à Wallis et à Futuna (%)**

INSECTES	WALLIS		FUTUNA	
	Effectifs récoltés	Abondances relatives (%)	Effectifs récoltés	Abondances relatives (%)
Ephéméroptères	0	0	70	1,89
Odonatoptères	542	10,13	145	3,91
Hétéroptères	3082	57,61	74	2,00
Diptères	1582	29,57	2627	70,87
Trichoptères	111	2,07	706	19,05
Coléoptères	23	0,43	49	1,32
Autres	10	0,19	36	0,97
Nombre total d'individus	5350		3707	
	34 taxons		39 taxons	

### 3.3.1.2 Les peuplements benthiques de Wallis

#### ➤ Richesses taxonomiques

La richesse taxinomique des lacs et tarodières de Wallis se situe entre 11 taxons (lac Lanutavaké, peu accessible et échantillonné uniquement au niveau des zones de bordure) et 29 taxons (Lac Kikila) (tableau 3.14). Le lac Alofivai et la tarodière de Falaleu, milieux particulièrement eutrophisés\*, ont présenté de faibles richesses taxonomiques (13 et 12 taxons respectivement).

**Tableau 3.14 : Richesses taxinomiques et nombre de taxons d'odonates, de diptères et d'ostracodes des stations d'étude**

Site	Date d'échant.	Diversité taxinomique totale	Nbre tot. de taxons d'insectes	Nbre tot. de taxons d'odonates	Nbre tot. de taxons de diptères	Nbre tot. de taxons d'ostracodes
Lac Lanutavaké	05/10/2004	11	6	4	0	1
Lac Kikila	06/10/2004	29	19	6	6	5
Lac Lalolalo	07/10/2004	18	7	2	2	7
Tar. Ha'atofo	07/10/2004	18	10	2	3	2
Lac Alofivai	08/10/2004	13	8	3	3	2
Tar. Mala'efo'ou	08/10/2004	16	7	1	3	1
Lac Lano	09/10/2004	21	11	1	3	6
Tar. Falaleu	09/10/2004	12	6	2	1	0

Généralement, plus de la moitié des taxons identifiés dans les tarodières et les lacs ont été des insectes. Les ostracodes ont été particulièrement diversifiés dans les lacs Lalolalo, Kikila et Lano (5 à 7 taxons recensés).

➤ **Composition spécifique des peuplements**

En terme d'occurrence, les taxons les plus fréquemment rencontrés dans les milieux dulçaquicoles de Wallis sont les copépodes *Mesocyclops aspericornis* (recensés dans 100% des stations d'étude), les insectes diptères du genre *Chironomus* (89%), les mollusques gastéropodes *Melanoides tuberculata*, les insectes hétéroptères *Mesovelina vittigera* et les ostracodes *Stenocypris major* et *Chrissia (cf.) perarmata* (67%), les oligochètes Naididae *Dero Aulophorus furcatus* et les odonates Coenagrionidae *Ischnura aurora* (56% des stations) (tableau 3.15). La majorité de ces taxons sont caractéristiques des milieux lentiques.

**Tableau 3.15 : Fréquences relatives d'apparition des taxons les mieux représentés sur l'ensemble des stations étudiées à Wallis (%)**

Groupe faunistique	Famille	taxon	Nombre de stations où le taxon a été trouvé	Fréquence d'apparition (%)	Nombre total d'individus
Copépode	Cyclopidae	<i>Mesocyclops aspericornis</i>	9	100	6362
Insectes Diptères	Chironomidae	<i>Chironomus spp.</i>	8	89	1150
Mollusques Prosobranches	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>	6	67	590
Ostracodes	Cyprididae	<i>Stenocypris major</i> (Baird, 1859)	6	67	5752
Ostracodes	Cyprididae	<i>Chrissia (cf.) perarmata</i> (Brady, 1904)	6	67	188
Insectes Hétéroptères	Mesoveliidae	<i>Mesovelina vittigera</i> Horváth, 1895	6	67	42
Oligochètes	Naididae	<i>Dero Aulophorus furcatus?</i>	5	56	633
Insectes Odonates	Coenagrionidae	<i>Ischnura aurora</i>	5	56	432
Ostracodes	Cyprididae	<i>Cypretta seurati</i> Gauthier, 1929	4	44	3689

Près de la moitié des taxons identifiés (27 sur 59) ont été trouvés dans un seul site d'étude. Il s'agit principalement d'insectes odonoptères et hétéroptères, d'ostracodes et d'oligochètes (tableau 3.16).

**Tableau 3.16 : Exemples de taxons prélevés sur un seul site d'étude de Wallis**

Groupe faunistique	Famille	Genre et espèce	Nombre de spécimens prélevés	Lieu de prélèvement
Insectes Hétéroptères	Notonectidae	<i>Anisops nasutus</i> Fieber, 1851	3000	Lac Alofivai
Oligochètes	Tubificidae	<i>Branchiura sowerbyi</i>	160	Tarodièrre de Falaleu
Insectes Odonates	Libellulidae	<i>Orthetrum sabina</i>	32	Lac Alofivai
Insectes Hétéroptères	Veliidae	<i>Microvelia</i> (sg. <i>Pacificovelia</i> ) sp. nov. (?)	21	Tarodièrre de Ha'atofo
Oligochètes	Naididae	<i>Dero</i> sp.	13	Lac Lanutavake
Insectes Odonates	Libellulidae	<i>Pantala flavescens</i>	12	Lac Alofivai
Insectes Odonates	Libellulidae	<i>Tramea transmarina</i>	9	Lac Alofivai
Polychètes	Aelosomatidae	indéterminés	8	Tarodièrre de Mala'efo'ou
Insectes Coléoptères	Noteridae	<i>Neohydrocoptus</i> sp.	8	Lac Kikila
Mollusques Pulmonés	Lymnaeidae	<i>Pseudosuccinea columella</i>	4	Tarodièrre de Falaleu
Ostracodes	Cyprididae	<i>Cypridopsis vidua</i> (Müller, 1776)	4	Lac Lalolalo
Insectes Odonates	Libellulidae	<i>Rhyothemis</i> sp.	4	Lac Kikila
Insectes Diptères	Ceratopogonidae	Forcipomyiinae Gen. 1 sp.	3	Lac Kikila

### 3.3.1.3 Les peuplements benthiques de Futuna

#### ➤ Richesses taxonomiques

La richesse taxonomique des stations d'étude de Futuna se situe entre 8 (cascade de Galoli) et 25 taxons (tarodières de Leava et de Sausau). Les insectes ont représenté en général moins de la moitié de la richesse taxonomique totale des stations (tableau 3.17).

La richesse taxonomique diminue de l'amont vers l'aval des cours d'eau. Ainsi, elle passe de 20 à 16 taxons au cours supérieur au cours inférieur de la Vainifao et de 21 à 16 taxons du cours moyen au cours inférieur de la Leava. Cette diminution peut s'expliquer par les activités anthropiques (déforestations, cultures, villages, élevages) généralement plus importantes à l'aval qu'à l'amont des rivières et qui génèrent des pollutions organiques et mécaniques (sédiments fins).

**Tableau 3.17 : Richesses taxinomiques et nombre total de taxons d'odonates, de diptères et d'ostracodes des stations d'étude**

Rivière, tarodière ou lac	Station	Date d'échant.	Richesse taxinomique totale	Nbre tot. de taxons d'insectes	Nbre tot. de taxons d'odonates	Nbre tot. de taxons de diptères	Nbre tot. de taxons d'ostracodes
Vainifao	cours inférieur	12/10/2004	16	6	1	3	0
Vainifao	amont barrage	12/10/2004	22	11	0	6	0
Vainifao	aval barrage	12/10/2004	16	7	0	4	0
Galoli	cascade	13/10/2004	8	4	0	2	0
Galoli	cours moyen	13/10/2004	17	9	0	5	0
Leava	cours inférieur	13/10/2004	16	4	1	2	0
Leava	cours moyen	14/10/2004	21	8	0	5	0
Tarodière de Leava		14/10/2004	25	10	3	3	5
Vainifao	cours supérieur	15/10/2004	20	10	0	6	0
Vailasi (Malaé)	cours moyen	16/10/2004	19	8	0	4	0
Gutavai	cours inférieur	16/10/2004	19	8	2	5	2
Sofala	cours inférieur	16/10/2004	9	6	0	4	0
Sausau	cours inférieur	16/10/2004	13	5	0	2	2
Sausau	Amont Barrage	18/10/2004	14	7	0	6	0
Sausau	Aval Barrage	18/10/2004	17	7	0	4	0
Tarodière de Sausau		19/10/2004	25	13	2	3	3
Lac Nuku		20/10/2004	10	5	2	0	2
Vainui	cours inférieur	22/10/2004	14	9	0	4	0

Les richesses taxinomiques les plus importantes ont été mesurées dans les tarodières (25 taxons) qui présentent une diversité taxonomique élevée en ostracodes et en odonates. Les diptères ont été en général bien diversifiés dans les cours moyen et supérieur des rivières (4 à 6 taxons).

Les rivières de la côte Est (Galoli, Sofala, Vainui), plus courtes, ont présenté des richesses taxinomiques plus faibles que celles de la côte ouest (Leava, Vainifao, Gutavai, Malaé).

➤ **Composition spécifique des peuplements**

A Futuna, les taxons les plus fréquemment rencontrés dans les cours d'eau sont les insectes trichoptères Hydroptilidae *Oxyethira sp.* (collectés dans 89% des stations d'étude), les mollusques gastéropodes Thiaridae *Melanooides tuberculata* et les insectes diptères Chironomidae *Polypedilum sp.* (79%), les németiens et les hydracariens (74%), les oligochètes *Nais sp.* et les insectes diptères Chironomidae *Cardiocladius sp.* (68%), les crustacés décapodes Atyidae *Atyoida pilipes*, les éphéméroptères Neophemeridae *Potamanthellus caenoides* et les insectes diptères Chironomidae *Corynoneura spp.* (53% des stations) (Tableau 3.18).

**Tableau 3.18 : Fréquences relatives d'apparition des taxons les mieux représentés sur l'ensemble des stations étudiées à Futuna (%)**

Groupe faunistique	Famille	taxon	Nombre de stations où le taxon a été récolté	Fréquence d'apparition (%)	Nombre total d'individus collectés
Insectes Trichoptères	Hydroptilidae	<i>Oxyethira sp.</i>	17	89	697
Mollusques Prosobranche	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>	15	79	1708
Insectes Diptères	Chironomidae	Chironomini <i>Polypedilum sp.</i>	15	79	1869
Némertiens	Tetrastemmatidae	<i>Prostoma graecense</i>	14	74	116
Acariens		indéterminé	14	74	189
Oligochètes	Naididae	<i>Nais sp.</i>	13	68	649
Insectes Diptères	Chironomidae	Orthoclaadiinae <i>Cardiocladius sp.</i>	13	68	343
Mollusques Prosobranche	Neritidae	<i>Clithon sp. 1</i>	10	53	92
Crustacés Décapodes	Atyidae	<i>Atyoida pilipes</i>	10	53	74
Insectes Ephéméroptères	Neophemeridae	<i>Potamanthellus caenoides</i>	10	53	70

Environ un tiers des taxons identifiés (26 sur 73) ont été trouvés sur un seul site d'étude. Il s'agit principalement d'insectes hétéroptères et diptères et d'ostracodes (tableau 3.19).

**Tableau 3.19 : Exemples de taxons prélevés sur un seul site d'étude de Futuna**

Groupe faunistique	Famille	Genre et espèce	Nombre de spécimens prélevés	Lieu de prélèvement
Insectes Hétéroptères	Notonectidae	<i>Anisops nasutus</i> Fieber, 1851	26	Lac Nuku
Ostracodes	Candonidae	<i>Candonopsis sp.</i>	17	Lac Nuku
Insectes Trichoptères	Leptoceridae	<i>Triplectides sp.</i>	9	Tarodièr de Sausau
Insectes Diptères	Psychodidae	Gen. 2 sp	9	Rivière Sausau (amont barrage)
Insectes Diptères	Chironomidae	<i>Chironomus spp.</i>	9	Rivière Gutavai (cours inférieur)
Insectes Hétéroptères	Notonectidae	<i>Anisops cleopatra</i> Distant, 1914	9	Lac Nuku
Insectes Hétéroptères	Gerridae	<i>Limnogonus luctuosus</i> (Montrousier, 1865)	8	Tarodièr de Leava
Ostracodes	Cyprididae	<i>Strandesia vinciguerrae</i> Masi, 1905	8	Tarodièr de Leava
Insectes Coléoptères	Dytiscidae	<i>Copelatus sp.</i>	7	Lac Nuku
Insectes Hétéroptères	Gerridae	<i>Limnogonus fossarum gilguy</i> Andersen & Weir, 1997	4	Tarodièr de Sausau
Insectes Hétéroptères	Veliidae	<i>Microvelia? sp. nov</i>	4	Rivière Vainifao (cours supérieur)
Mollusques Prosobranches	Neritidae	<i>Septaria suffreni</i>	4	Rivière Leava (cours moyen)

### 3.4 LES PARASITES DE POISSONS

Aucun parasite n'a été trouvé dans les 3 spécimens d'*Anguilla obscura* disséqués du lac Lalolalo. La faible diversité en hôte intermédiaires potentiels mais aussi le faible nombre d'individus disséqués (car difficilement accessibles) peuvent expliquer l'absence de parasites récoltés.



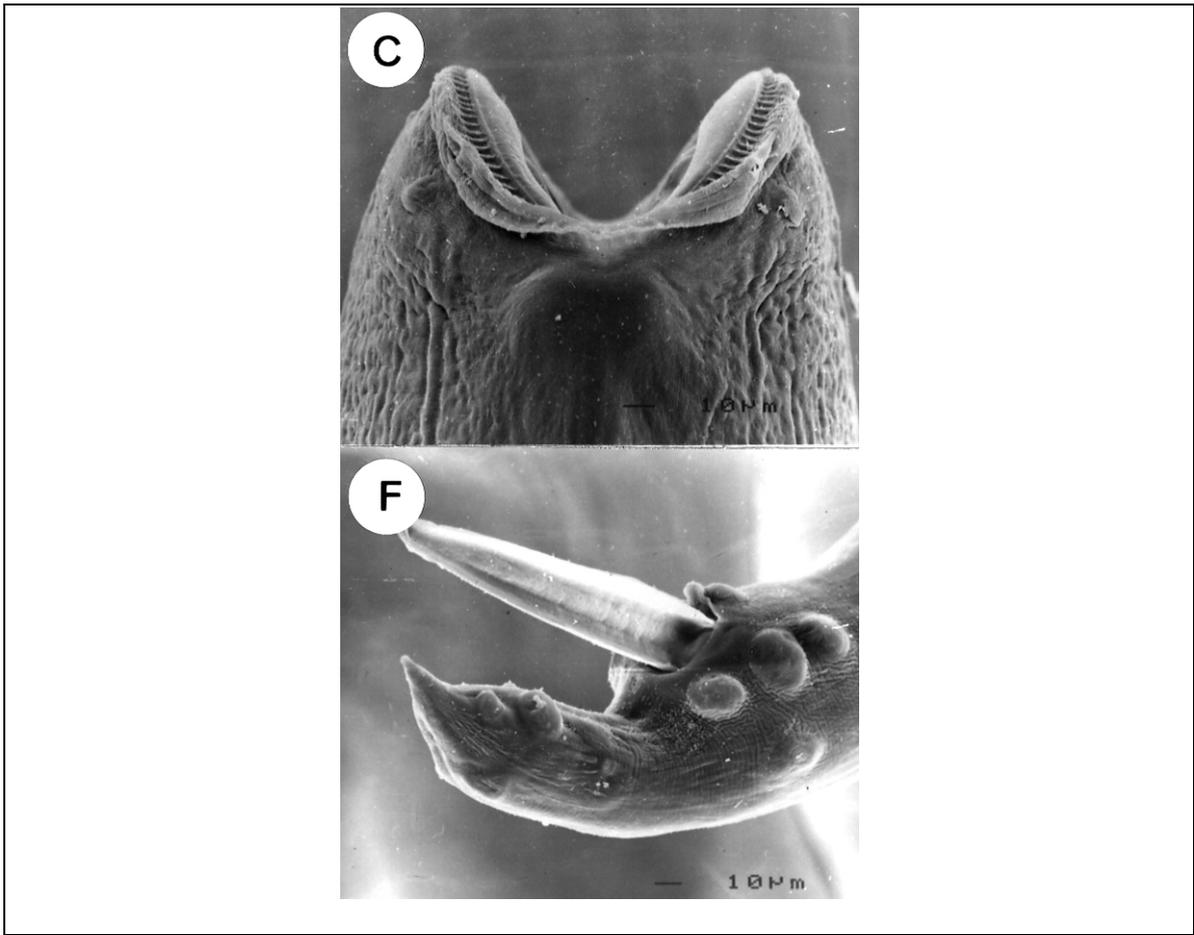
**Photo 3.7 : *Anguilla obscura* du lac Lalolalo à Wallis (Photo P. Sasal).**

A Futuna deux espèces de nématodes nouvelles pour la science ont été trouvées :

- trois *Procamallanus pacificus* n. sp. ont été trouvés dans le tube digestif d'une *Anguilla marmorata* (longueur totale 73 cm) de la rivière Vainifao sur les 3 individus disséqués (Moravec *et al.*, 2006). Les individus d'*Anguilla megastoma* disséqués n'hébergeaient pas ce parasite. Cette espèce de parasite a également été trouvée dans des anguilles de Nouvelle-Calédonie (*Anguilla obscura*) et des îles Fidji. De façon intéressante, sur les 450 spécimens de parasites récoltés dans l'ensemble des zones échantillonnées, seules des femelles ont été trouvées laissant penser que cette espèce pourrait être parthénogénétique.

- trois spécimens de *Cucullanus oceaniensis* n. sp. (2 mâles et 1 femelle) ont été trouvés dans le tube digestif du même individu d'*Anguilla marmorata* de la rivière Vainifao (Moravec *et al.*, 2005). Cette espèce de parasite a également été trouvée dans des anguilles marbrées et dans une autre espèce du genre *Anguilla* (cf *obscura*) de Fidji.

Aucun des autres spécimens de poisson disséqué n'hébergeait de parasite.



**Photos 3.8 : *Cucullanus oceaniensis* sp. n., photographies en microscopie électronique C – partie céphalique (barre d'échelle = 10 µm); F – vue latérale de la partie caudale du mâle (barre d'échelle = 10 µm) (Photos F. Moravec)**

### 3.5 LES VEGETAUX AQUATIQUES

Ces résultats concernent plus particulièrement les végétaux aquatiques visibles à l'œil nu ou macrophytes, c'est à dire les Angiospermes (ou plantes à fleurs), les bryophytes et les macroalgues.

Les macrophytes des milieux dulçaquicoles peuvent être classées en 2 grands groupes selon leur position par rapport à la surface de l'eau :

- les Hydrophytes\* dont la quasi totalité de l'organisme est submergé ; ces plantes peuvent flotter librement à la surface des eaux (*Eichhornia*, *Salvinia*, *Lemna* par exemple) ou entre deux eaux (*Utricularia*). De nombreuses hydrophytes présentent des feuilles flottantes (Nymphaeaceae par exemple) et comportent des racines ou des rhizomes qui leur assurent nutrition et ancrage. Certaines sont entièrement submergées et dépourvues d'organes de flottaison (par exemple les Potamogetonaceae).

- les Hélophytes\* c'est-à-dire des végétaux généralement dressés dont seule la partie inférieure est inondée en permanence (*Typha*, *Polygonum* et certaines Cyperaceae par exemple).

D'autres plantes, enfin, montrent des capacités d'adaptations importantes et peuvent présenter en début de développement des rameaux feuillés flottants en surface qui s'élèvent ensuite au dessus des eaux : ces espèces amphibies telles que certaines espèces de *Ludwigia* ou *Ipomoea aquatica* présentent toutefois un port d'hélophyte en fin de saison de développement ce qui peut permettre de les classer parmi les hélophytes.

### **3.5.1 Paramètres de répartition des plantes aquatiques et caractéristiques des milieux aquatiques de Wallis et Futuna**

Les principaux paramètres de répartition des plantes aquatiques sont la lumière, les niveaux d'eau, la présence de substrats stables permettant un enracinement et la disponibilité en éléments nutritifs (nutriments).

Le paramètre lumière peut se décliner en lumière incidente directe sur le milieu et en lumière transmise dans les eaux : des eaux troubles ("turbides") sont peu favorables aux plantes immergées.

Les niveaux et/ou la profondeur des eaux interviennent dans la répartition des plantes en créant des biotopes plus ou moins favorables aux divers groupes de phanérogames : hydrophytes dans les milieux dont les profondeurs dépassent quelques décimètres, hélophytes, c'est à dire plantes capables de se développer dans l'eau mais dont la majeure partie des tiges et feuilles est émergée, dans les zones moins profondes.

La stabilité des niveaux d'eau est également un facteur favorisant l'implantation des végétaux aquatiques : assurant le maintien de conditions écologiques, elle réduit les contraintes d'implantation et de développement des espèces adaptées.

Les substrats favorables aux plantes aquatiques sont ceux qui présentent une certaine stabilité et, par exemple, les sables facilement entraînés dans les cours d'eau ne leur sont pas du tout favorables. Des substrats plus grossiers, tels que blocs, galets et graviers, bien que relativement stables en conditions d'écoulement hors crues ne sont pas eux mêmes très favorables, sauf lorsqu'un colmatage par des particules fines se produit qui facilite l'ancrage des racines des plantes. Ces colmatages participent généralement à l'enrichissement des sédiments en éléments nutritifs en permettant la concentration des formes dissoutes d'azote et de phosphore dans les eaux interstitielles.

Enfin, dans tous les cas, même en l'absence de rejets d'origine humaine, des plantes adaptées peuvent se développer de manière plus ou moins rapide dans les eaux à l'aide des concentrations naturelles en nutriments, dès lors que des conditions physiques favorables sont réunies. L'augmentation des teneurs en nutriments souvent liée à des rejets domestiques, par exemple, est un facteur favorisant la production de biomasse de certaines espèces mais ne peut expliquer à elle seule la présence de ces plantes dans les biotopes.

Une analyse rapide des caractéristiques des divers milieux aquatiques répertoriés sur les deux îles montre bien le caractère très peu favorable pour les phanérogames (plantes à fleur) de la plupart d'entre eux (tableau 3.20).

**Tableau 3.20 : Caractéristiques des milieux aquatiques d'eau douce de Wallis et Futuna limitant les potentialités d'accueil des phanérogames**

Types de milieu aquatique	Milieu particulier	Caractéristiques
<b>WALLIS</b>		
Lacs de cratère	Lano, Lanutavake, Lalolalo	pente subverticale et fort couvert végétal (arbustif et arborescent) des berges et de la zone littorale du plan d'eau
Lacs de dépression	Lac Kikila	très faible transparence des eaux, probablement due à la remise en suspension de particules minérales fines
	Lac Alofivaï	très faible transparence des eaux, forte diminution du niveau des eaux au cours de la saison sèche (évaporation) et pâturage
<b>FUTUNA</b>		
	lac Nuku	très faible transparence des eaux due aux matières en suspension apportées irrégulièrement par les crues des affluents torrentiels du plan d'eau, forte fluctuation des niveaux d'eau
Tarodières	Leava, Sausau, Falaleu, etc...	faible niveau des eaux, entretien régulier des fossés par les habitants
Cours d'eau	Partie amont	fortes pentes, grande instabilité des substrats, fort couvert végétal
	Partie aval	Instabilité des substrats, fortes fluctuations de débits et de niveau des eaux

## 3.5.2 Les Angiospermes

### 3.5.2.1 Wallis

Aucune espèce n'a été observée dans les lacs de cratère (Lanutawake, Lalolalo, Lano), confirmant les remarques de Morat & Veillon (1985). En effet, d'après ces auteurs, seuls les lacs de dépression (Kikila et Alofivaï) abritent des communautés de plantes hydrophiles (hélrophytes\* seulement) ; ils citaient également "*un marais perché, en forêt,*

à 400 m d'altitude sur le flanc Nord du Mont Puké" à Futuna, milieu que nous n'avons pas pu prospecter lors de la mission.

Les ceintures d'hélophytes signalées par ces auteurs dans le lac Kikila se sont maintenues et, lors de la mission, un éléocharis, probablement *Eleocharis dulcis*, couvrait en herbiers denses 10 à 15 % de la surface du plan d'eau, jusqu'à une profondeur d'environ 40 cm. Les autres espèces signalées, telles que *Alternanthera sessilis* et *Cyperus compressus*, restaient très peu abondantes et plus en retrait.

Lors de la mission d'échantillonnage, en fin de saison sèche, le lac Alofivaï présentait une profondeur maximale d'environ 30 cm et une très forte turbidité. Le seul phanérogame observé, en prairies rases s'étendant sur la majeure partie de la dépression, était une plante de petite taille, très probablement *Lindernia sp.*

Dans les tarodières examinées sur l'île de Wallis, une espèce hydrophyte a été observée : il s'agit d'une plante à feuilles flottantes de la famille des Nymphéacées, probablement du genre *Nymphaea*. Cette plante à fleurs blanches présente des feuilles en forme de cœur ("cordiforme") au bord du limbe dentelé. Elle s'étendait sur quelques dizaines de mètres carrés dans des fossés d'une partie de tarodière proche du lieu-dit Falaleu : les fossés les plus proches de la route en étaient dépourvus.

Cette zone colonisée se situe à proximité d'habitations parmi lesquelles, selon nos sources d'information, celle d'un amateur de plantes ornementales possédant une serre et ayant déjà introduit diverses plantes d'origines diverses. Il s'agit donc d'une plante exotique introduite. Rappelons que ces introductions de plantes causent de très nombreuses difficultés dans une grande partie de la planète : ces "invasions biologiques" sont une source notable de réduction de la biodiversité et les îles sont particulièrement sensibles à ces introductions. Une attention particulière devrait donc être portée à cette plante dont il sera nécessaire, dans un premier temps, de vérifier la propagation dans la tarodière et, si elle devait progresser très vite, de procéder à sa régulation.

Dans quelques sites des tarodières de Wallis a été notée la présence d'une plante hélophyte aux fleurs jaunes, *Ludwigia octovalvis*.

### 3.5.2.2 Futuna

Comme indiqué dans le tableau 3.20, quelque soit la partie de leur cours, les rivières de Futuna sont très peu favorables aux phanérogames et seules quelques plantes héliophytes de bordure ont pu être observées, généralement dans les parties proches des estuaires : *Ludwigia octovalvis* et *Ipomea aquatica*, en touffes isolées ou en peuplements peu étendus, étaient visibles de manière assez régulière sur des atterrissements latéraux, dans des zones susceptibles d'être fortement remaniées par les crues de ces cours d'eau en saison des pluies. Des graminées, probablement des genres *Paspalum* et *Echinochloa* (*P. conjugatum* est cité par Morat et Veillon), ainsi que d'autres héliophytes tels que *Cyperus* étaient plus rarement présents dans les mêmes biotopes.

*Ludwigia octovalvis* a également été repérée dans diverses tarodières de Futuna où elle se développe dans les bassins récemment abandonnés et en bordure de fossés présentant de faibles pentes des berges. *Ipomea* (certainement *I. aquatica*) a également été observée dans quelques zones de bordure des tarodières.

Le tableau suivant reprend les espèces recensées à Wallis et à Futuna.

**Tableau 3.21 : Phanérogames recensées dans les milieux dulçaquicoles de Wallis et de Futuna**

	Site de collecte	Remarques
<b>WALLIS</b>		
<b>Héliophytes</b>		
<i>Eleocharis dulcis</i> ?	Lac Kikila	Herbiers denses couvrant 10 à 15% de la surface du plan d'eau
<i>Alternanthera sessilis</i> et <i>Cyperus compressus</i>	Lac Kikila	Peu abondantes
<i>Lindernia</i> sp.	Lac Alofivai	peuplements épars
<b>Hydrophytes</b>		
<i>Nymphaea</i> sp.	Tarodière de Falaleu	Plante introduite ; quelques dizaines de m <sup>2</sup>
<b>FUTUNA</b>		
<b>Héliophytes</b>		
<i>Cyperus</i> sp. <i>Paspalum</i> sp. et <i>Echinochloa</i> sp.	Cours inférieurs des rivières de Futuna	Sur les bancs de galets émergés ou faiblement couverts d'eau et en bordure du cours
<i>Ludwigia octovalvis</i> et <i>Ipomea aquatica</i> (?)	Cours inférieurs des rivières de Futuna	Dans les parties proches des estuaires, en touffes isolées ou en peuplements peu étendus
	Tarodières de Futuna	Plantes de bordure des bassins en eau
<i>Ludwigia octovalvis</i>	Tarodières de Wallis et de Futuna	Occupe les bassins récemment abandonnés et les bords des fossés

A notre connaissance, hormis l'hydrophyte déjà citée, les phanérogames recensées sont des plantes indigènes largement répandues dans la zone Pacifique et ne présentent pas de spécificité.

### 3.5.3 Algues macrophytes

Les algues sont des végétaux aquatiques chlorophylliens constitués soit par des organismes unicellulaires (isolés ou parfois regroupés en colonies filamenteuses ou non), soit par des organismes pluricellulaires, souvent de grande taille, dénommés également algues macrophytes ou macroalgues.

Les algues appartiennent à plusieurs entités taxonomiques distinctes :

- les cyanobactéries ou cyanophycées (organismes procaryotes\*) ;
- les eucaryotes\* unicellulaires, constituants majeurs du phytoplancton\* et du périphyton\*, comprenant principalement les Diatomées, les Euglénophycées, les Dinophycées, les Rhodophycées, les Chlorophycées et les Chromophycées ;
- Les algues macrophytes ou macroalgues, dont les principaux groupes sont les Chlorophycées (algues vertes), les Characées, les Phéophycées (algues brunes) et les Rhodophycées (algues rouges).

Les cyanobactéries et les algues unicellulaires peuvent se regrouper en amas ou en films installés sur des substrats favorables, ce qui les rend facilement observables. Les filaments, ramifiés ou non, des algues macrophytes peuvent mesurer jusqu'à quelques décimètres.

Ces différents types d'algues macrophytes ont été observés lors de la mission : des algues vertes filamenteuses atteignant 15 à 20 cm de longueur, des algues de 5 à 20 cm, présentant une architecture proche des phanérogames, de la famille des Characées, et des algues en amas ou en films couvrant des substrats divers, soit des surfaces dures tels que blocs, cailloux ou galets dans les zones courantes, soit des substrats de granulométrie plus fine dans les zones stagnantes. En annexe 3 figurent les résultats floristiques recueillis sur chaque site.

Le tableau 3.22 présente les taxons d'algues inventoriés à Wallis et à Futuna.

**Tableau 3.22 : Algues et cyanobactéries recensées à Wallis et à Futuna**

	Famille	taxon	WALLIS	FUTUNA	
<b>CHLOROPHYCEES</b>	Cladophoraceae	<i>Rhizoclonium sp.</i>		X	
		<i>Cladophora sp.</i>		X	
	Microsporaceae	<i>Microspora sp.</i>	X	X	
	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>	X		
<b>ZYGOPHYCEES</b>	Chaetophoraceae	<i>Stigeoclonium sp.</i>		X	
		Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>	X	X
<b>CHARACEES</b>	Characeae	<i>Spirogyra sp.</i>	X		
		<i>Chara vulgaris ?</i>		X	
	Nitellaceae	<i>Nitella tenuissima</i>		X	
<b>XANTHOPHYCEES</b>	Vaucheriaceae	<i>Vaucheria sp.</i>		X	
<b>CYANOPHYCEES</b>	Microchaetaceae	<i>Microchaete sp.</i>		X	
		Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>	X	
			<i>Pseudanabaena sp.</i>		X
	Oscillatoriaceae	<i>Jaaginema subtilissimum</i>	X		
		<i>Jaaginema profundum</i>	X		
		<i>Leptolyngbya sp.</i>		X	
		<i>Lyngbya sp.</i>		X	
		<i>Lyngbya lindavii</i>		X	
		<i>Oscillatoria simplicissima</i>		X	
		<i>Phormidium interruptum</i>	X		
		<i>Phormidium sp.</i>		X	
		<i>Phormidium lividum</i>		X	
		<i>Planktothrix isothrix</i>		X	
		<i>Planktothrix sp.</i>		X	
		<i>Schizothrix lacustris ?</i>	X		
		<i>Symploca muscorum</i>	X		
		Rivulariaceae	indéterminée		
<b>DINOPHYCEES</b>	Peridiniaceae	Peridinium sp.	X		
			11 taxons	18 taxons	

Les algues vertes filamenteuses qui colonisent en touffes éparses les zones les plus éclairées de certaines tarodières dans les deux îles et certaines parties de cours d'eau sans couvert végétal dans les rivières Vainifao, Leava et Gutavai appartiennent à plusieurs genres, tels que *Rhizoclonium*, *Cladophora*, *Mougeotia*, *Stigeoclonium*, etc.

Le développement de ces genres d'algues est généralement favorisé par la présence de matières organiques dissoutes dans des milieux stagnants ou peu courants, en présence d'un fort ensoleillement. Les tarodières leur sont, de ce fait, des milieux très favorables. Toutefois la rapidité de croissance de ces organismes leur permet de s'installer dans des biotopes moins favorables et c'est ce qui explique la forte présence du genre *Stigeoclonium* dans les parties aval des cours d'eau de Futuna déjà cités. La répartition de ces algues semblait d'ailleurs plus en corrélation avec la disponibilité de la lumière et la présence de substrats favorables (blocs et galets) dans les zones de

courant qu'avec la qualité des eaux. Signalons enfin que le même genre a été prélevé dans le lac Nuku à Futuna.

A Futuna, des algues Characées ont été observées dans les tarodières des rivières Sofala, Leava, Sausau et dans le lac Nuku. Ce plan d'eau de dépression situé à environ 250 m d'altitude, au nord-est de la rivière Sausau, est alimenté par deux ruisseaux temporaires et des peuplements épars de Characées en colonisaient les zones peu profondes (moins de 20 cm de profondeur lors de notre passage) aux débouchés de ces ruisseaux. Seule deux espèces de Characées, appartenant à deux genres différents (*Chara vulgaris* et *Nitella tenuissima*), ont été répertoriées dans l'ensemble des échantillons prélevés, la première dans les tarodières, la seconde dans le lac Nuku.

Le genre *Peridinium*, observé dans un prélèvement du lac Lanutawaké à Wallis, comporte des espèces toxiques dont, par exemple, la présence dans les eaux proches des zones de production de coquillages conduit les autorités sanitaires à interdire la consommation de ces coquillages ; dans le cas présent, la détermination au genre n'est pas assez précise pour conclure sur ce point.

Longtemps appelée "algues bleues", les cyanobactéries sont maintenant classées, en fonction de leur physiologie, entre algues et bactéries. Ce sont d'ailleurs, avec les bactéries, les êtres vivants les plus anciens sur la planète. Elles peuvent se rencontrer dans de très nombreux biotopes, dans des conditions quelquefois extrêmes, colonisant les sables des déserts ou les glaces des pôles.

Elles sont capables de se développer dans des conditions de teneurs très réduites en nutriments (azote et phosphore) et sont capables, pour la plupart, d'extraire l'azote atmosphérique, ce qui leur assure la croissance dans des milieux aquatiques dépourvus d'azote. Les prélèvements réalisés lors de la mission ont permis de différencier 17 taxons différents, appartenant à une douzaine de genres, répartis dans tous les milieux explorés (lacs de cratère, tarodières, cours d'eau) à l'exception du lac Nuku à Futuna, ce qui confirme bien leurs grandes capacités d'adaptation. Toutefois, compte tenu de l'étendue de ces capacités, du nombre restreint d'échantillons au cours de cette seule campagne et des lacunes subsistant dans les connaissances sur l'écologie des taxons rencontrés, il n'est pas possible d'en tirer des éléments quant à l'état écologique des biotopes examinés.

### 3.5.4 Les Bryophytes

Le parti pris originel concernant ces plantes était de ne rechercher que les bryophytes aquatiques, totalement inféodés à l'eau, et non de réaliser un inventaire de l'ensemble des bryophytes des deux îles : ces plantes peuvent s'installer dans de très nombreux biotopes, dès lors que des substrats humides sont présents, mêmes sous couvert forestier, ce qui peut conduire à un nombre important d'espèces : un tel inventaire général des bryophytes reste donc à réaliser.

Aucun bryophyte aquatique n'a été prélevé à Wallis ; les tarodières et les lacs de dépression sont tout à fait défavorables à ces plantes qui ont besoin de substrats durs tels que blocs pour s'installer et se développer ; les prospections restreintes menées dans les lacs de cratère aux accès difficiles n'ont pas permis d'en trouver mais il est probable que des investigations plus complètes, recourant à une embarcation permettant d'explorer tout ou partie des berges de ces plans d'eau, auraient permis de tels prélèvements.

A Futuna 3 taxons, prélevés sur des parties de blocs et de rochers constamment immergés, ont été partiellement identifiés par Julie Coudreuse (tableau 3.23). Il est prévu que ces échantillons soient confiés à un spécialiste du Muséum National d'Histoire Naturelle (Paris) pour compléter ces déterminations.

**Tableau 3.23 : Bryophytes recensés à Futuna**

Groupe	Famille	Taxon	Station de prélèvement
Hépatique	Metzgeriaceae	<i>indéterminée</i>	Galoli
Hépatique	Lejeuneaceae.	<i>Marchesinia sp.</i>	Galoli
Mousse	Hypnaceae	<i>Taxiphyllum sp ou Isopterygium sp.?</i>	Sofala (2) Riv. Sausau Amont Barrage

La rareté des bryophytes strictement aquatiques dans les trois cours d'eau est une conséquence de la grande variabilité des écoulements, liée aux précipitations violentes et aux périodes sèches. Seule une portion réduite des surfaces des rochers et blocs épars dans le lit des cours d'eau, continuellement immergée, supporte ces plantes : les écoulements rapides lors des crues doivent décaper les surfaces de ces rochers et blocs à l'aide du transport de particules (sables, graviers) qu'ils permettent.

### **3.5.5 Les algues du "périphyton"**

Les déterminations de ces communautés particulières d'algues sont en cours. Comme nous l'avons déjà indiqué, les diatomées y feront l'objet d'une attention particulière : ces algues au squelette siliceux sont très largement répandues dans les eaux sur l'ensemble du globe et sont de plus en plus utilisées dans l'évaluation de l'état écologique des cours d'eau en France métropolitaine. Leur étude est en cours dans les territoires et départements d'Outre-Mer et les prélèvements réalisés lors de la présente mission pourront donc constituer la base d'une collection de référence spécifique à Wallis et Futuna.

### **3.5.6 Conclusions**

Les observations menées sur la végétation aquatique dans le cadre de la mission de 2004 confirment donc sans surprise les travaux de Morat et Veillon (1985) sur la quasi-absence d'hydrophytes sur le territoire : la nymphéacée exotique observée dans la tarodière de Falaleu doit être plutôt considérée comme un avertissement dans la prudence à mettre en œuvre dans les transports d'êtres vivants. La relative faiblesse des échanges entre le territoire et les pays environnants n'a pas empêché l'arrivée d'une telle plante.

La diversité des hélophytes est relativement faible, très probablement en relation directe avec les caractéristiques physiques des milieux aquatiques mais aussi avec les pressions exercées par les activités humaines sur certains de ces milieux (tarodières aménagées et régulièrement entretenues, par exemple).

Les déterminations en cours des échantillons d'algues du périphyton devraient permettre, d'apporter des informations complémentaires sur la diversité des algues dans les biotopes explorés ; une analyse bibliographique supplémentaire de la littérature reste à faire pour mieux évaluer les informations portant sur l'indication écologique que peuvent apporter les taxons présents.



**Photo 3.9 : Lac Kikila, ceinture de *Eleocharis dulcis* en bordure du plan d'eau  
(Photo A. Dutartre)**



**Photo 3.10 : Peuplement de *Lindernia sp*  
(Photo A. Dutartre)**



**Photo 3.11 : Fossé de taro dière colonisé par  
une nymphéacée exotique (Photo A.  
Dutartre)**



**Photo 3.12 : Pied de *Ludwigia octovalvis*  
(Photo A. Dutartre)**

## 4 CONCLUSIONS, DISCUSSION

---

### 4.1 Biodiversité des milieux dulçaquicoles

#### ➤ Poissons et crustacés décapodes

Seize espèces de crustacés décapodes et 18 espèces de poissons sont actuellement recensées dans les milieux dulçaquicoles de Wallis et Futuna.

A Wallis, l'absence de cours d'eau véritable ainsi que l'aménagement de la majorité des sources d'eau douce pour des besoins domestiques (lavoirs, ...) expliquent en partie la faible diversité spécifique observée (5 espèces de poissons et 3 espèces de crustacés décapodes au total). Sur ces 5 espèces de poissons, 2 ont été introduites (*Poecilia reticulata* et *Oreochromis mossambicus*), probablement pour raisons économiques (lutte biologique contre les moustiques, besoins en aquaculture) ou sociales (présence des soldats américains durant la seconde guerre mondiale). Les 3 autres espèces de poissons recensées (*Anguilla obscura*, *Kuhlia rupestris* et *Eleotris fusca*) présentent une large distribution dans la région Pacifique ou Indo-Pacifique.

Futuna, en revanche, se caractérise par une diversité spécifique relativement élevée et un taux d'endémicité en poissons important (environ 30%), compte tenu de la taille de l'île. Seize espèces de poissons et 15 espèces de crustacés décapodes y ont été répertoriées. Quatre (ou cinq) espèces de poissons Gobiidae sont nouvelles pour la science. Aucune espèce introduite n'a été recensée ce qui peut être expliqué, d'une part, par l'absence de troupes américaines durant la 2<sup>nde</sup> guerre mondiale (à l'opposé de Wallis), mais surtout par l'éloignement de l'île des circuits de communication classique. Cette absence d'espèce introduite est à signaler car il n'existe à l'heure actuelle que très peu d'îles dans la région qui en soient exemptes. Il est donc primordial d'empêcher toute introduction d'espèce à Futuna.

D'un point de vue biogéographique, en considérant les données disponibles dans la littérature pour plusieurs îles tropicales (Nouvelle-Calédonie, Polynésie Française, Îles Fidji, Ile de La Réunion, Hawaii) ainsi que celles recueillies au cours de notre étude, une relation hautement significative a été mise en évidence entre la superficie des îles considérées et les diversités spécifiques en poissons et en crustacés décapodes (figures 3.1 et 3.2). De telles relations ont déjà été démontrées et discutées ces dernières années (Rosenzweig, 1995 ; Williamson *et al.*, 2001) mais c'est la première fois pour des écosystèmes dulçaquicoles en milieu tropical.

Il existe également une relation significative entre la superficie des îles tropicales et le nombre d'espèce endémiques ce qui est intéressant pour les stratégies de conservation des espèces : en effet, les îles situées au dessus de la droite de régression présentent un taux d'endémisme supérieur à la moyenne et demandent une attention particulière ; à l'inverse, les îles situées au dessous de la droite de régression ont un taux d'endémisme bas qui peut révéler des mesures de gestion infructueuses, la présence d'espèces introduites ou un effort d'inventaire insuffisant. Enfin une telle régression suivie dans le temps peut permettre de déceler des dysfonctionnements au sein d'un écosystème donné.

Les résultats soulignent que la principale cause d'extinction des espèces de poissons endémiques dans les îles tropicales est probablement l'introduction d'espèces exotiques de poissons. Quand elles sont introduites intentionnellement, ces espèces sont généralement sélectionnées pour leur aptitude à se développer rapidement et pour leur faculté à s'adapter à différents habitats. Ces particularités impliquent que ces espèces sont d'excellents compétiteurs vis-à-vis des espèces indigènes (espace, nourriture, ...). De plus, les espèces introduites menacent directement les espèces indigènes ou endémiques par la prédation, l'introduction de parasites, la modification des habitats ou l'hybridation.

Les poissons d'eau douce constituent, après les amphibiens, le groupe de vertébrés le plus menacé pour les 50 prochaines années (Bruton, 1995; Leidy & Moyle, 1998; Ricciardi & Rasmussen, 1999; Duncan & Lockwood, 2001). Le taux d'extinction est presque 2 fois plus élevé pour les crustacés décapodes (Ricciardi & Rasmussen, 1999). Notre étude démontre que pour une espèce introduite, environ une espèce endémique disparaît (pente = -0.88). De plus, il n'existe pas de relation entre la densité des populations humaines locales et le nombre d'espèces de poissons et de crustacés décapodes endémiques, ce qui suggère l'absence d'influence des populations humaines sur la perte de biodiversité. En effet, les autochtones prennent généralement soin de leur île et dans de nombreux cas, l'introduction d'espèces est principalement la conséquence du tourisme massif ou de plans de gestion inappropriés. Néanmoins, le tourisme croissant dans certaines régions, ainsi que l'augmentation des déchets (liés à des changements d'habitudes alimentaires) dans d'autres, font craindre une érosion de la diversité des îles et plus particulièrement la disparition des espèces endémiques.

➤ **Parasites de poissons**

Deux espèces nouvelles de parasites de poisson (*Procamallanus pacificus* n. sp. et *Cucullanus oceaniensis* n. sp. ), prélevées dans le tube digestif d'une *Anguilla marmorata* de la rivière Vainifao (Futuna), ont été décrites. Ces parasites hématophages sont susceptibles d'entraîner des dommages sur les individus fortement parasités. La présence de ce parasite est à prendre en compte et demande une étude encore plus poussée dans une éventualité d'utiliser les anguilles en aquaculture.

➤ **La macrofaune benthique**

En ce qui concerne la macrofaune benthique, une centaine de taxons ont été identifiés pour l'ensemble des 2 îles. Les peuplements benthiques des milieux dulçaquicoles de Wallis et de Futuna sont très différents l'un de l'autre d'un point de vue taxonomique. Près des deux tiers des taxons identifiés ont été trouvés uniquement sur une seule des 2 îles. Les insectes odonoptères et les ostracodes sont plus diversifiés à Wallis qu'à Futuna, qui est plus riche en insectes diptères et en mollusques. Le taux d'endémicité des insectes aquatiques est difficile à évaluer étant donné qu'une partie des taxons n'a pas pu être identifiée à l'espèce. Les résultats de notre étude laissent cependant penser qu'il y aurait peu d'espèces endémiques à Wallis et à Futuna.

➤ **La macroflore**

En ce qui concerne les Phanérogames, une seule espèce d'hydrophyte (nymphéacée) a été observée à Wallis mais il s'agit d'une espèce introduite. La diversité en héliophytes est relativement faible (moins de 10 espèces), très probablement en raison des caractéristiques physiques peu favorables des milieux aquatiques (disponibilité en lumière, niveaux d'eau variables, substrats souvent instables ou inhospitaliers, disponibilité variable en nutriments, ...) mais aussi en raison des pressions anthropiques exercées dans certains milieux (tarodières aménagées et régulièrement entretenues par exemple).

Les déterminations en cours des échantillons d'algues microscopiques devraient permettre de combler les lacunes taxonomiques concernant ces groupes non encore étudiés sur ces îles.

## 4.2 Conservation et gestion des espèces

La conservation et la gestion de la biodiversité des milieux aquatiques continentaux et de la ressource en eau sont des enjeux majeurs de la protection de l'environnement dans les îles de l'océan Pacifique. Outre son intérêt scientifique, la faune aquatique dulçaquicole de cette région représente un patrimoine génétique extraordinaire et diversifié.

L'étude de la richesse spécifique de la faune dulçaquicole de Futuna par rapport à d'autres îles de la région Indo-Pacifique, n'a de valeur comparative que dans le cas des îles hautes, bien que le nombre de rivières étudiées soit très différent d'une île à l'autre et que la nature géologique de ces îles puisse différer. Néanmoins, on peut noter que la richesse spécifique en poissons et en crustacés des rivières de Futuna est inférieure à celle des rivières calédoniennes (Marquet *et al.*, 2003), mais voisine ou supérieure à celle des îles des archipels polynésiens (Keith *et al.*, 2002) ou de nombreuses autres îles du Pacifique, malgré sa superficie réduite.

On constate d'autre part, que cette faune est composée d'espèces caractéristiques du domaine mélanésien (*Macrobrachium gracilirostre*, *M. placidulum*...), tandis que d'autres le sont du domaine polynésien (*S. elegans*, *A. ocellaris*...). Ceci reflète la biogéographie complexe de la région et l'intérêt de l'île, placée à un carrefour évolutif. Le nombre d'espèces présentes de *Macrobrachium*, en particulier, est assez remarquable.

Au vu des espèces rencontrées chez les poissons et les crustacés d'eau douce, Futuna possède un patrimoine exceptionnel et il incombe, de ce fait, aux autorités locales et nationales une part de responsabilité dans leur maintien au niveau mondial.

Certaines de ces espèces endémiques sont d'ores et déjà menacés ou pourraient disparaître rapidement à la moindre modification du milieu (déboisement, création de tarodières, de seuil non franchissables, pompages...) car les populations de poissons ou crustacés décapodes sont réduites (parfois connues dans une seule rivière). De plus, la majorité des espèces doivent effectuer deux migrations pour assurer leur cycle biologique : une première migration après la reproduction (des rivières vers la mer, à l'état larvaire) et une seconde migration pour assurer la croissance (de la mer vers l'amont des rivières, à l'état de post-larve et de juvénile).

A Wallis, les lacs de cratère, en particulier le lac Lalolalo avec sa population landlocked d'anguilles obscures, présentent un intérêt scientifique et patrimonial indéniable.

A Wallis et à Futuna, l'enjeu majeur des années qui viennent sera sans conteste placé sous le signe de la gestion de l'eau et des milieux associés. Face au développement de l'urbanisme, des activités touristiques et agricoles (et dans une moindre mesure des activités industrielles), s'accompagnant d'un accroissement rapide et important de la consommation d'eau et des rejets d'eau usées, on assiste en parallèle à la dégradation régulière des habitats naturels, particulièrement liée à des modifications de pratiques dont les conséquences immédiates ou plus lointaines ne sont pas évaluées. Les îles sont très sensibles aux introductions d'espèces (flore et faune) et l'absence de gestion de ces flux d'espèces, s'ils venaient à augmenter sans contrôle, pourrait générer de nouveaux déséquilibres accentuant encore la dégradation des habitats. **FUTUNA, ILE EXEMPTÉ D'INTRODUCTION DOIT ABSOLUMENT EN ÊTRE PRÉSERVÉE.**

Les connaissances présentées dans ce rapport puis dans l'ouvrage qui devrait suivre, seront alors de première importance pour comprendre les mécanismes naturels en jeu et œuvrer pour le maintien de la biodiversité et la sauvegarde de la ressource en eau.

#### **4.3 Valorisation des résultats**

La mission de terrain a fait l'objet de 2 reportages par RFO Futuna en octobre 2004. Une présentation des premiers résultats de la mission a également été réalisée à la délégation de la préfecture de Futuna le mardi 19 octobre 2004, à la demande des chefferies locales.

Les résultats obtenus sur les poissons et crustacés décapodes ont fait l'objet d'une présentation, sous forme de poster, lors du congrès international « Biodiversité, Sciences et gouvernance » qui eut lieu à Paris du 24 au 28 janvier 2005 (annexe 4).

Enfin, plusieurs publications, concrétisant cette étude, sont parues ou devraient paraître prochainement dans des revues scientifiques internationales : 3 sur les poissons (Keith & Marquet, 2005 ; 2006 ; sous presse), 2 sur les parasites de poissons (Moravec *et al.*, 2005; 2006), 1 sur les odonates (Papazian *et al.*, sous presse), 1 sur les aspects biogéographiques, 1 sur les ostracodes (annexes 5 à 8).

## 5 RECOMMANDATIONS

---

La comparaison des données recueillies avec les données disponibles pour d'autres îles de l'Indo-Pacifique (paragraphe 3.2.3) confirme que la faune des poissons et des crustacés décapodes de Futuna est remarquable de par sa richesse spécifique. Des mesures de protection particulières devraient être mises en place afin de préserver le taux d'endémisme et l'absence d'espèce introduite.

Plus spécifiquement, plusieurs mesures devraient être envisagées pour éviter l'érosion de la biodiversité dans ces écosystèmes insulaires qui restent extrêmement fragiles face aux agressions anthropiques. Par exemple, à Futuna, **l'entretien et l'aménagement des barrages et des seuils** érigés pour l'alimentation en eau des populations locales et des tarodières sont nécessaires pour permettre le passage des espèces animales inféodées aux cours d'eau lors de la montée ou de la descente des différents stades de vie des espèces migratrices. Il est essentiel de **laisser un filet d'eau douce couler en permanence** sur ces ouvrages.

Une gestion raisonnée de la ressource en eau (limitation du gaspillage de l'eau par les populations, contrôle de la quantité d'eau utilisée pour l'irrigation des tarodières, contrôle de la déforestation des plateaux et des bassins versants) doit être mise en place afin que les espèces amphidromes puissent effectuer leur cycle biologique comportant une phase marine obligatoire. En effet, de nombreuses embouchures de rivières sont déjà comblées ou engravées à Futuna du fait de l'assèchement du cours inférieur des rivières parce qu'une partie de l'eau est détournée ou puisée par les populations pour leurs cultures ou leurs besoins domestiques.

De tels assèchements mêmes temporaires peuvent perturber, le cycle de vie des poissons amphidromes rendant leur remontée des rivières difficile, voire impossible. Si de telles modifications du milieu perdurent dans le temps sur de longues périodes, cela peut entraîner la disparition de l'espèce. Dans le cas de l'île de Futuna, les embouchures des rivières Vainifao et Leava, les deux cours d'eau les plus riches en espèces endémiques, demandent une attention plus particulière. La **mise en place d'une réserve naturelle** englobant la totalité du bassin versant de la Vainifao, par exemple, permettrait probablement le maintien à long terme de la biodiversité sur Futuna.

Le maintien des particularités spécifiques de ces îles passe par un tourisme qui s'intègre dans les pratiques coutumières des îles mais aussi par une politique du traitement des déchets efficace sans laquelle des décharges plus ou moins sauvages vont se multiplier et entraîner d'importantes pollutions des cours d'eau. De même, les porcheries familiales, souvent installées en bordure des cours d'eau, viennent y rejeter leurs effluents, ce qui concourt à la dégradation de la qualité des eaux des parties aval des rivières et de leurs estuaires : des **efforts d'information et de formation** devraient être entrepris pour limiter ou annuler ces rejets par des aménagements adaptés. Ces pollutions liées soit à des effluents, soit à des macro déchets encombrant les habitats peuvent constituer des obstacles à la migration des espèces.

Si le présent inventaire constitue un **point zéro de l'état de la biodiversité** des eaux douces des îles de Wallis et Futuna, il nous apparaît important, étant donné le taux d'endémisme particulièrement élevé à Futuna, de pouvoir réaliser le plus rapidement possible un **inventaire quantitatif de la faune et de la flore** (densité, biomasse) pour établir une cartographie des zones à protéger, un inventaire des espèces en danger et un tableau de bord des rivières à réhabiliter.

Enfin, il semble important d'établir un **suivi temporel de la biodiversité** des peuplements faunistiques et floristiques dulçaquicoles au regard des facteurs de menace nombreux qui pourraient affecter les écosystèmes. La Nymphéacée exotique observée dans la tarodière de Falaleu doit être considérée comme un avertissement dans la prudence à mettre en œuvre dans les transports d'espèces potentiellement invasives. La relative faiblesse des échanges entre le territoire et les pays environnants n'a pas empêché l'arrivée d'une telle plante. S'ils devaient croître de manière significative dans les années à venir, cette problématique d'invasion biologique pourrait alors venir se surajouter aux difficultés de gestion déjà connues du territoire.

Les résultats de cette étude pourront permettre de débiter la **rédaction d'un atlas des poissons, crustacés décapodes et macroinvertébrés benthiques d'eau douce** de Wallis et Futuna, tels que ceux déjà réalisés pour l'île de la Réunion (Keith *et al.*, 1999), la Polynésie Française (Keith *et al.*, 2002 ; Fossati & Marquet, 1998) et la Nouvelle-Calédonie (Marquet *et al.*, 2003 ; Mary, 2000). La **diffusion des connaissances** auprès du grand public, des gestionnaires et des politiques est aussi un élément fondamental pour la gestion et la conservation de ces milieux. La réalisation de ce type d'ouvrage nécessite cependant des financements complémentaires, notamment pour l'édition.

## 6 RÉFÉRENCES

---

- Allen G.R., 1991. Field guide to the freshwater fishes of New Guinea. Public. 9. Christensen Research Institute. 268 pp.
- Bae Y.J. & McCafferty W.P., 1998. Phylogenetic systematics and biogeography of the Neophemeridae (Ephemeroptera : Pannota). *Aquatic insects* 20 (1), 35-68.
- Bruton M.N., 1995. Have fishes had their chips ? The dilemma of threatened fishes. *Environ Biol Fishes* 43 : 1-27.
- Choy S.C., 1984. On the freshwater palaemonid prawns from the Fiji Islands (Decapoda, Caridinea). *Crustaceana* 47(3) : 269-277.
- Choy S.C., 1991. The atyid shrimps of Fiji with description of a new species. *Zool. Med. Leiden* 65(27) : 343-362.
- Collectif, 1994. Wallis et Futuna, Hommes et espaces. C.T.R.D.P. Nouvelle-Calédonie avec la participation du Territoire de Wallis et Futuna. 64 pp.
- Collectif, 1999. 101 mots pour comprendre Wallis et Futuna. Ouvrage collectif sous la direction de A. Malau, A. Takasi et F. Angleviel. Publication du Groupe de Recherche en Histoire Océanienne Contemporaine. Editions Ile de Lumière : 257 pp.
- Collectif, 2003. Elevages porcins et pollutions à Wallis : pistes de réflexion pour les îles Loyautés. *Les Cahiers de l'Agriculture et de l'Environnement* 2 (Province des Iles Loyautés) : 6-10.
- Duncan J.R. & Lockwood J.L., 2001. Extinction in a field of bullets: a search for the causes in the decline of the world's freshwater fishes. *Biol Cons* 102 : 97-105.
- Eldregde L.G., 2000. Non-indigenous freshwater fishes, amphibians, and crustaceans of the Pacific and Hawaiian islands. In *Invasive species in the Pacific : A technical review and draft regional strategy* (Sherley ed.), South Pacific Regional Environment Programme, Apia : 173-190.
- Flouhr C. & Mary N., 2006. 1- Synthèse des données sur la biodiversité des écosystèmes d'eau douce de la Nouvelle-Calédonie, 2- Typologie et usages. Rapport d'étude WWF et Conservation International. 199 pp + annexes.
- Fossati O. & Marquet G., 1998. Faune des eaux douces des Iles Marquises : clé des Macroinvertébrés et des poissons. Collection Patrimoines Naturels, Vol. 37, Service du Patrimoine Naturel / IEGB / MNHN, Paris, 51 pp.
- Fossati O., Vallier P. & Mosseron M., 1998. Macroinvertebrate assemblages in rivers of Nuku-Hiva, French Polynesia before and after antisimuliid treatments. *Archiv für Hydrobiologie* 142 : 229-240.
- Gabriel C., 1995. L'état de l'environnement dans les Territoires Français du Pacifique Sud. Wallis et Futuna. Ministère de l'environnement. 40 pp.
- Haase M. & Bouchet P., 1998. Radiation of crenobiontic gastropods on an ancient continental island : the Hemistomia-clade in New Caledonia (Gastropoda : Hydrobiidae). *Hydrobiologia* 367 : 43-129.
- Haynes A., 1984. Guide to the brackish and fresh water gastropods of Fiji. Institute of Natural Resources, University of the South Pacific, 37 pp.
- Haynes A., 1985. The ecology and local distribution of non-marine aquatic gastropods in Viti-Levu, Fiji. *The Veliger* 28 (2) : 204-210.
- Haynes A., 1987. Species richness, abundance and biomass of benthic invertebrates in a lowland tropical stream on the island of Viti Levu, Fiji. *Archiv für Hydrobiologie* 110 : 451-459.

- Keith P. & Marquet G., 2005. *Sicyopus (Smilosicyopus) sasali*, a new species of freshwater goby from Futuna Island (Gobioidei : Sicydiinae). *Cybium* 29(4) : 389-394.
- Keith P. & Marquet G., 2006. *Stenogobius keletaona*, a new species of freshwater goby from Futuna island (Teleostei: Gobioidei). *Cybium* 30(2): 139-143.
- Keith P. & Vigneux E., 1997. Inventaire des poissons et crustacés d'eau douce de Polynésie française. Rapport MNHN, EPHE, Del. Env. Polynésie, 110 pp.
- Keith P. & Vigneux E., 2002. Revue des crustacés Atyidae et Palaemonidae d'eau douce de Polynésie française avec description d'une nouvelle espèce de *Macrobrachium*. Bulletin français de la Pêche et de la Pisciculture 364: 121-145
- Keith P. et Marquet G. (sous presse). *Stiphodon rubromaculatus*, a new species of freshwater goby from Futuna island (Teleostei: Gobioidei: Sicydiinae). *Cybium*.
- Keith P., 2002 a. Threatened fishes of the world : *Galaxias neocaledonicus* Weber & de Beaufort, 1913 (Galaxiidae). *Environmental Biology of Fishes* 63 : 26.
- Keith P., 2002 b. Threatened fishes of the world : *Rhyacichthys guilberti* Dingerkus and Séret, 1992 (Rhyacichthyidae). *Environmental Biology of Fishes* 63 : 40.
- Keith P., Marquet G. & Watson R., 2004. *Schismatogobius vanuatuensis*, a new species of freshwater goby from Vanuatu, South Pacific. *Cybium* 28(3) : 237-241.
- Keith P., Vigneux E. & Bosc P., 1999. Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Réunion. Patrimoines Naturels 39 :136 p.
- Keith P., Vigneux E. & Feunteun E., 2000. Rapport de la mission d'inventaire des poissons et des crustacés d'eau douce effectuée aux îles Marquises. MNHN/EPHE, 11p.
- Keith P., Vigneux E. & Marquet G., 2002. Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de Polynésie française. Patrimoines naturels 55 : 175 pp.
- Keith P., Watson R. & Marquet G., 2000. Découverte d'*Awaous ocellaris* (Broussonet, 1782) (Perciformes, Gobiidae) en Nouvelle-Calédonie et au Vanuatu et conséquences biogéographiques. *Cybium*, 24(4) : 350-400.
- Keith P., Watson R. & Marquet G., 2004. *Sicyopterus aiensis*, a new species of freshwater goby (Gobioidei) from Vanuatu, South Pacific. *Cybium* 28(2) : 111-118.
- Leidy R.A. and Moyle P.B., 1998. Conservation status of the world's freshwater fish fauna: an overview. In: Fieldler P.L. and Karieva P.M. (eds) *Conservation Biology: For the Coming Decade* 2nd edition. Chapman and Hall, New York. pp. 187-227.
- Marquet G. & Galzin R., 1992. Les poissons d'eau douce de Polynésie française: Systématique, répartition et biomasse. *Cybium* 16(3) :245-259.
- Marquet G., 1988. Les eaux intérieures de la Polynésie française. Principales caractéristiques physiques, chimiques et biologiques. Thèse doctorat Univ. P. & M. Curie, Paris VI.: 233 pp.
- Marquet G., 1991. Freshwater Crustaceans of French Polynesia: Taxonomy, Distribution and Biomass (Decapoda). *Crustaceana* 61 (2): 125-140.
- Marquet G., 1993. Etude biogéographique de la faune d'eau douce de Polynésie française. *Biogeographica*, 69(4): 157-170.
- Marquet G., 1996. The freshwater eels (Anguillidae) of New Caledonia: Taxonomy and distribution. *Vie et milieu* 46(1) : 65-71.
- Marquet G., Keith P. & Vigneux E. & 2003. Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de Nouvelle-Calédonie. Patrimoines naturels 58 : 282 pp.

- Marquet G., Seret B. & Lecomte-Finiger R., 1997. Inventaires comparés des poissons des eaux intérieures de trois îles océaniques tropicales de l'Indo-Pacifique (La Réunion, La Nouvelle-Calédonie et Tahiti). *Cybium* 21(1) suppl.: 27-34.
- Marquet G., Taiiki N., Chadderton L. & Gerbeaux P., 2002. Biodiversity and biogeography of freshwater Crustaceans (Decapoda : Natantia ) from Vanuatu. A comparison with Fiji and New Caledonia. *Bull. Fr. pêche Piscic.* 364 : 217-232.
- Mary N., 2002. Spatio-temporal variations in macroinvertebrate assemblages of New Caledonian streams. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 364 : 197-215.
- Mary N., 1999. Caractérisations physico-chimique et biologique des cours d'eau de la Nouvelle-Calédonie. Proposition d'un indice biotique fondé sur l'étude des macroinvertébrés benthiques. Thèse de doctorat, Université Française du Pacifique, 181 pp. + annexes.
- Mary N., 2000. Guide d'identification de la macrofaune des invertébrés benthiques des rivières de la Nouvelle-Calédonie. Ministère de l'Environnement, Service de l'Eau (Paris). Province Nord et Province Sud de la Nouvelle-Calédonie. 92 pp.
- Morat P., Veillon J. M., 1985. Contribution à la connaissance de la végétation et de la flore de Wallis et Futuna. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris, 4<sup>o</sup> sér., 7, section B, Adansonia, N<sup>o</sup> 3* : 259-329.
- Moravec F., Justine J.L., Sasal P., Würtz J. and Taraschewski H., 2006. *Procamallanus (Procamallanus) pacificus* n. sp. (Nematoda: Camallanidae) from Pacific eels (*Anguilla* spp.). *Journal of Parasitology* 92, 130-137.
- Moravec F., Sasal P., Würtz J. and Taraschewski H. 2005. *Cucullanus oceaniensis* sp. n. (Nematoda: Cucullanidae) from Pacific eels (*Anguilla* spp.). *Folia Parasitologica* 52(4) : 343-348.
- Nieser N. & Chen, P-P., 2005. The water bugs (Hemiptera: Nepomorpha and Gerromorpha) of Vanuatu. *Tijdschrift voor Entomologie* 148, 307-327.
- Nisbet M. & Verneaux J., 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Ann. Limnol.* 6, 161-190.
- Papazian M., Dumont H. & Mary N. (sous presse). The Odonates from the Pacific ocean islands of Wallis and Futuna, with special reference to sub speciation in *Ischnura aurora* (Brauer). *Odonatologica*.
- Polhemus, D. A., Englund, R. A. & Allen, G. R. 2004. Bishop Museum Technical Report N<sup>o</sup> 31 (Bishop Museum).
- Resh V. H., Barnes J. R. & Craig D. A., 1990. Distribution and ecology of benthic macroinvertebrates in the Opunohu river catchment, Moorea, French Polynesia. *Annals of Limnology* 26 (2-3) : 195-214.
- Resh V. H., Barnes J. R., Benis-Steger B. & Craig D. A., 1992. Life history features of some macroinvertebrates in a French Polynesian stream. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 27 (2-3), 145-153.
- Ricciardi A. & Rasmussen J.B., 1999. Extinctions rates of North American freshwater fauna. *Cons Biol* 13 : 1220-1222.
- Rosenzweig M.L., 1995. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Ryan P.A., 1980. A checklist of the brackish and freshwater fish of Fiji. *South Pac. Journal of Nat. sciences* 1: 58-73.

- Ryan P.A., 1991. The success of the Gobiidae in tropical Pacific insular streams. *New Zealand journal of zoology*, 18 : 25-30.
- Short J. & Marquet G., 1998. New records of freshwater Palaemonidae (Crustacea: Decapoda) from New Caledonia. *Zoosystema* 20(2): 401-410.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M., Usseglio-Polatera P., 2000. *Invertébrés d'eau douce systématique, biologie, écologie*. CNRS éditions. 587 pp.
- Watson R.E., Keith P. & Marquet G., 2001. *Sicyopus (Smilosicyopus) chloe*, a new species of freshwater goby from New Caledonia (Teleostei: Gobioidi: Sicydiinae). *Cybium*, 25(1) : 41-52.
- Williamson M., Gaston K.J. & Lonsdale W.M., 2001. The species-area relationship does not have an asymptote! *J Biogeogr* 28 : 827-830.
- Yamamoto M. N. & Tagawa A. W., 2000. *Hawai'i's native and exotic freshwater animals* (Mutual Publishing, Honolulu).
- Yule C., 1995. Benthic invertebrate fauna of an aseasonal tropical mountain stream on Bougainville island, Papua New Guinea. *Mar. Freshwater Res.*, 46, 507-518.
- Yule C., 1996 b. The ecology of an aseasonal tropical river on Bougainville Island, Papua New Guinea. Schiemer F. & Boland K.T. (eds) *Perspectives in Tropical Limnology*, 239-254.
- Yule C., 1996. Spatial distribution of the invertebrate fauna of an aseasonal tropical stream on Bougainville Island, Papua New Guinea. *Arch. Hydrobiol.* 137 (2), 227-249.

## 7 GLOSSAIRE

---

amphidrome (espèce) : Poissons qui migrent alternativement d'un cours d'eau vers la mer. Ce type de migration est sans rapport avec la reproduction mais apparaît à certains stades du cycle vital (alimentation, hibernation, ...) (Ramade, 1998).

anadrome (espèce) : Désigne le type de comportement migratoire de l'ensemble des espèces de poissons qui passent la majorité de leur vie en mer où ils effectuent l'essentiel de leur développement et y atteignent l'âge adulte puis viennent se reproduire en rivière (saumons par exemple) (Ramade, 1998).

autochtone : Désigne une espèce ou une population originaire d'une zone déterminée par opposition aux espèces introduites dites allochtones (Ramade, 1998).

benthique : Adjectif qui qualifie l'interface eau - sédiment (= interface eau - lithosphère) d'un écosystème aquatique, quelle qu'en soit la profondeur (<http://www.ifremer.fr/envlit/glossaire/>).

benthos : Ensemble des organismes végétaux et animaux qui vivent au fond d'un milieu aquatique naturel. Le benthos comprend aussi bien les poissons benthiques que les organismes fouisseurs comme les mollusques et les vers polychètes (<http://www.osl.gc.ca/fr/info/glossaire.html>).

biogéographie / biogéographique : Discipline de l'écologie dont l'objet est l'étude des êtres vivants dans les divers écosystèmes continentaux et aquatiques (répartition géographique, cause de la distribution des êtres vivants dans les divers régions de la biosphère actuelle) (Ramade, 1998).

bryophyte : Groupe de Cryptogames constitué par les mousses, les hépatiques et les anthocérotes. Certains bryophytes dulçaquicoles constituent de très bons indicateurs de la qualité des cours d'eau tant par les métaux lourds que par les composées organiques persistants qu'ils bio concentrent dans leurs cellules (Ramade, 1998).

catadrome (espèce) : Désigne les espèces de poissons migratrices qui effectuent leur reproduction en milieu marin et se développent en rivière (ex : l'anguille) (Ramade, 1998).

complémentaire : Les poissons complémentaires sont des poissons d'eau douce souvent ou habituellement diadromes et appartenant à des groupes marins.

cosmopolite (espèce) : Qui a une répartition géographique très large.

DBO5 (demande biologique en oxygène sur 5 jours) : La DBO<sub>5</sub> correspond à la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes présents dans le milieu pour dégrader pendant 5 jours les substances organiques biodégradables contenues dans le milieu à l'obscurité, à la température de 20°C.

DCO (Demande chimique en oxygène) : Ce paramètre caractérise la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation chimique de toute la matière organique biodégradable et non biodégradable contenue dans l'eau. Cette oxydation s'effectue à l'aide d'un oxydant chimique fort : le bichromate de potassium K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. La DCO s'exprime en mg/l d'O<sub>2</sub>.

diadrome (espèce) : Espèce de poisson migratrice qui effectue une partie de son cycle vital en rivière et le reste en mer (Ramade, 1998).

dulçaquicole : Relatif à l'eau douce (par opposition, en particulier, à l'eau de mer).

- eau douce : Dans un sens général, "eau douce" est utilisé pour la quasi totalité des eaux continentales superficielles et souterraines, à l'exception de certaines eaux des franges continentales jouxtant le milieu marin (eaux saumâtres), de certaines eaux thermales ou d'origine très profonde. Dans un sens chimique, il se reporte aux eaux qui contiennent moins de 0,5 grammes par litre des sels minéraux dissous totaux (<http://www.cig.ensmp.fr/~hubert/>).
- écosystème : Ensemble structuré comprenant un hydrosystème et la communauté vivante ou biocénose qui y vit; cet ensemble est caractérisé par des échanges de matière et d'énergie dus aux interactions entre les organismes vivants et l'hydrosystème (<http://www.cig.ensmp.fr/~hubert/>).
- endémicité : Qualifie le niveau d'endémisme d'un peuplement ou d'une communauté. Le taux d'endémicité est le rapport du nombre d'espèces endémiques au nombre total d'espèces constituant une communauté déterminée (Ramade, 1998).
- endémisme : Phénomène par lequel une espèce s'est différenciée au cours de son évolution dans une aire biogéographique donnée généralement restreinte et qui y est restée strictement inféodée (Ramade, 1998).
- espèce : Ensemble de tous les individus d'aspect semblable ayant en commun des caractères qui les distinguent au sein d'un même genre et capables d'engendrer des individus féconds (<http://www.osl.gc.ca/fr/info/glossaire.html>).
- estuaire : Partie aval d'une rivière où se font sentir les marées et où se rencontrent l'eau douce et l'eau de mer. D'une manière générale, un estuaire tend à se vider par le haut et à se remplir par le fond. Ainsi, l'eau douce en surface se déverse dans la mer tandis que l'eau salée, plus dense, remonte vers l'estuaire. L'eau de mer se trouve en profondeur en raison de sa densité plus élevée (<http://www.osl.gc.ca/fr/info/glossaire.html>).
- eucaryote : qualifie (désigne) les êtres vivants dont les cellules possèdent un noyau structuré (contraire = procaryote). Plus généralement, on dit aussi qu'un être vivant est eucaryote si ses cellules le sont. Les eucaryotes constituent un super règne vivant par opposition aux procaryotes (= bactéries) (<http://www.ifremer.fr/envlit/glossaire>).
- eurytope : se dit des espèces vivant dans des biotopes très différents (<http://www.fao.org/>).
- eutrophisé : se dit d'un milieu aquatique dans lequel les substances nutritives sont anormalement abondantes. Se caractérise par la prolifération du phytoplancton, d'algues filamenteuses et de végétaux supérieurs ce qui entraîne d'importantes et dangereuses variations des teneurs d'oxygène de l'eau (surconsommation la nuit et surproduction le jour) (<http://www.fne.asso.fr/Ripisylves/glossaire.htm>).
- exotique (espèce) : Se dit d'une espèce étrangère à une région biogéographique donnée dans laquelle elle a été accidentellement ou volontairement introduite par l'homme (Ramade, 1998).
- faciès d'écoulement : on appelle faciès d'écoulement toute portion de cours d'eau situé dans le lit mouillé et présentant sur une certaine longueur, une **physionomie générale homogène** sur le plan des hauteurs d'eau, vitesse, substrat ainsi que du profil en long et des profils en travers. Les faciès d'écoulement sont une image synthétique des principaux types d'habitats aquatiques. Ils peuvent être utilisés comme descripteurs de la dynamique fluviale. Ces faciès sont subdivisés en 2 grandes catégories : les faciès dit "lenticues" (à vitesses faibles) tels que mouilles, chenaux lenticues, plats lenticues ; les faciès dits lotiques (à vitesses fortes) tels que radiers, plats, rapides, cascades, chenaux lotiques ([www.csp.environnement.gouv.fr/rubdoc/publications/](http://www.csp.environnement.gouv.fr/rubdoc/publications/)).
- halieutique : désigne les stocks d'animaux aquatiques exploitables (<http://www.ifremer.fr/envlit/glossaire>).

hélophyte : Plante aquatique généralement dressée dont seule la partie inférieure est inondée en permanence (*Typha*, *Polygonum* et certaines Cyperaceae par exemple).

hydrophyte : Toute plante dont les bourgeons se développent sous l'eau, dans la vase (<http://www.patrimoine-de-france.org/>).

imago : se dit d'un insecte à métamorphoses complètes parvenu à son état définitif. Par extension, se dit de tout insecte parvenu à l'état adulte et apte à la reproduction (<http://www.patrimoine-de-france.org/>).

indigène (espèce) : Qui est originaire du pays où il vit, autochtone.

introduite (espèce) : Cf exotique.

lentille d'eau douce : Sous les atolls se trouve toujours une nappe aquifère appelée lentille d'eau à travers laquelle il est possible de percer des puits de captage. Cette nappe se renouvelle avec les eaux d'infiltration.

lenticule (ou lénitique) : Désigne les biotopes et les êtres vivants propres aux écosystèmes d'eau calmes à renouvellement lent (lacs, marécages, étangs, etc...) par opposition aux milieux d'eau courantes qui correspondent aux écosystèmes lotiques (Ramade, 1998).

lotique : Qui est propre aux eaux courantes (Ramade, 1998).

macrophyte : Plante aquatique de grande taille (par opposition au phytoplancton et aux algues de petite taille) (<http://www.qc.ec.gc.ca/csl/glo/>).

nymphe : état intermédiaire qui suit le développement larvaire et précède la métamorphose qui donnera naissance à l'imago. *La nymphe des Lépidoptères s'appelle chrysalide* (<http://www.patrimoine-de-france.org/>).

pan-tropicale : qualifie l'aide de répartition géographique d'organismes qui vivent à peu près entre les tropiques du Cancer et du Capricorne (<http://sos-dauphins.com/glossaire.php>).

périphyton : organismes aquatiques tant autotrophes (diatomées) qu'hétérotrophes (protistes, petits invertébrés) vivant fixés à la surface des substrats immergés qu'ils soient minéraux (rochers, ...) ou biologiques (plantes aquatiques, troncs, branches, ...) (Ramade, 1998).

phanérogame : Plante à vraies fleurs et à vrais fruits fermés contenant une ou plusieurs graines.

phytoplancton : algues unicellulaires vivant en suspension dans la masse d'eau (<http://www.ifremer.fr/aquaculture/fr/glossaire.htm>)

primaire (poisson) : Les poissons primaires appartiennent à des familles strictement inféodées aux eaux douces (Marquet et al, 2003).

procaryote : organisme généralement unicellulaire dont la cellule, très petite, est dépourvue d'organites et de noyau (regroupent les bactéries, les cyanobactéries ...).

rhéophile : Qualifie les organismes aquatiques qui vivent dans les milieux où existe un courant important.

saumâtre (eau) : D'un point de vue chimique, eau qui contient plus que 0,5 et moins de 30 grammes par litre des sels dissous totaux. D'un point de vue écologique, habitat caractérisé par un mélange d'eau douce et marine (par exemple, les estuaires) (<http://filaman.uni-kiel.de/LarvalBase/Glossary/>).

secondaire (poissons) : poissons qui sont plutôt inféodés aux eaux douces, mais sont capables de passer des barrières salées étroites .

sporadique : Espèce présente en plusieurs localités de taille restreinte mais réparties sur tout le territoire. Les poissons sporadiques sont des poissons vivant indifféremment en eau douce ou salée ou qui rentrent en eau douce sporadiquement sans vraie migration

systematique / systematicien : La systematique est l'etude et la description de la diversite des etres vivants, la recherche de la nature et des causes de leurs differences et de leurs ressemblance, la mise en evidence des relations de parente existant entre eux et l'elaboration d'une classification traduisant ces liens de parente (<http://www.infobiogen.fr/glossaire/>).

taxon (au pluriel : taxons, taxums ou taxa) : Unite systematique representee par une famille, un genre, une espece, etc.

taxonomie : Science des lois de la classification des formes vivantes (<http://www.ifremer.fr/envlit/glossaire/>).

ubiquiste : Designe les especes capables de coloniser des habitats tres varies et donc qui ne presentent aucune infedation a un type de biotope donne (cosmopolites) (Ramade, 1998).

vicariante : Une espece vicariante est une espece qui occupe la meme niche ecologique qu'une espece tres voisine vivant dans une autres region. Les poissons vicariants sont presumes non diadromes et sont des representants d'eau douce d'une famille d'origine marine.

## ANNEXES

---

ANNEXE 1  
DONNEES FAUNISTIQUES OBTENUES : POISSONS Et CRUSTACES DECAPODES

	LIEU	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna
	RIVIERE /PLAN D'EAU	Lac Lanutavaké	Lac Kikila	Lac Lalolalo	Tar. Ha'atofo	Lac Alofivai	Tar. Mala'efo'ou	Source Gahi	Lac Lano	Tar. Falaleu	Source Vaiatuolo	Vainifao	Vainifao	Galoli	Leava	Leava
	N° Site											Embouchure	barrage	cours moyen	cours inférieur	cours moyen
	DATE	06/10/2004	06/10/2004	07/10/2004	07/10/2004	08/10/2004	08/10/2004	08/10/2004	09/10/2004	09/10/2004	09/10/2004	12/10/2004	12/10/2004	13/10/2004	13/10/2004	14/10/2004
Famille	Genre et espèce					néant										
Atyidae	<i>Atyoida pilipes</i>											1	1	1		1
Atyidae	<i>Atyopsis spinipes</i>											1	1	1	1	1
Atyidae	<i>Caridina serratirostris</i>											1		1		1
Atyidae	<i>Caridina typus</i>												1	1		1
Atyidae	<i>Caridina weberi</i>												1			1
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>															1
Palaemonidae	<i>Macrobrachium australe</i>											1		1	1	1
Palaemonidae	<i>Macrobrachium gracilirostre</i>											1	1	1	1	1
Palaemonidae	<i>Macrobrachium grandimanus</i>										1					
Palaemonidae	<i>Macrobrachium lar</i>				1		1	1				1	1	1	1	1
Palaemonidae	<i>Macrobrachium latimanus</i>												1	1		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium placidulum</i>															1
Palaemonidae	<i>Palaemon concinnus</i>											1				
Palaemonidae	<i>Palaemon debilis</i>										1					
Grapsidae	<i>Ptychognatus sp.</i>											1				1
Grapsidae	<i>Geosesarma sp.</i>											1				
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>											1	1	1	1	1
Anguillidae	<i>Anguilla megastoma</i>												1			
Anguillidae	<i>Anguilla obscura</i>			1							1					
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>		1								1					
Syngnathidae	<i>Microphis retzii</i>															
Kuhliidae	<i>Kuhlia marginata</i>											1			1	
Kuhliidae	<i>Kuhlia rupestris</i>				1						1	1		1		
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	1	1	1	1		1		1	1						
Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>				1		1					1			1	1
Gobiidae	<i>Awaous ocellaris</i>															1
Gobiidae	<i>Lentipes cf kaaea</i>															
Gobiidae	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>											1	1	1		1
Gobiidae	<i>Sicyopus sasali</i>															
Gobiidae	<i>Sicyopus (Sicyopus) sp2</i>															
Gobiidae	<i>Stenogobius keletaona</i>															
Gobiidae	<i>Stiphodon elegans</i>											1		1	1	1
Gobiidae	<i>Stiphodon sp1</i>												1			1
Gobiidae	<i>Stiphodon rubromaculatus</i>															

ANNEXE 1  
DONNEES FAUNISTIQUES OBTENUES : POISSONS Et CRUSTACES DECAPODES

	LIEU	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna
	RIVIERE /PLAN D'EAU	Vainifao	Vailasi (Malaé)	Gutavai	Sofala	Sausau	Vainifao	Sausau	Vainui
	N° Site	cours supérieur	cours moyen	estuaire	cours inférieur	estuaire	cours supérieur	Aval Barrage	cours inférieur
	DATE	15/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	17/10/2004	18/10/2004	22/10/2004
Famille	Genre et espèce								
Atyidae	<i>Atyoida pilipes</i>	1	1	1			1	1	1
Atyidae	<i>Atyopsis spinipes</i>	1	1	1		1	1	1	
Atyidae	<i>Caridina serratiostris</i>								
Atyidae	<i>Caridina typus</i>	1	1	1	1		1		
Atyidae	<i>Caridina weberi</i>	1					1		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>							1	
Palaemonidae	<i>Macrobrachium australe</i>	1		1		1	1		
Palaemonidae	<i>Macrobrachium gracilirostre</i>	1					1	1	
Palaemonidae	<i>Macrobrachium grandimanus</i>					1			
Palaemonidae	<i>Macrobrachium lar</i>	1	1	1	1	1	1	1	1
Palaemonidae	<i>Macrobrachium latimanus</i>		1						
Palaemonidae	<i>Macrobrachium placidulum</i>							1	
Palaemonidae	<i>Palaemon concinnus</i>								
Palaemonidae	<i>Palaemon debilis</i>								
Grapsidae	<i>Ptychognatus sp.</i>			1					
Grapsidae	<i>Geosesarma sp.</i>								
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>		1	1		1		1	
Anguillidae	<i>Anguilla megastoma</i>								
Anguillidae	<i>Anguilla obscura</i>								
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i>								
Syngnathidae	<i>Microphis retzii</i>					1			
Kuhliidae	<i>Kuhlia marginata</i>			1				1	
Kuhliidae	<i>Kuhlia rupestris</i>			1				1	
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>								
Eleotridae	<i>Eleotris fusca</i>			1		1		1	
Gobiidae	<i>Awaous ocellaris</i>								
Gobiidae	<i>Lentipes cf kaaea</i>	1					1		
Gobiidae	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	1	1	1	1	1	1	1	
Gobiidae	<i>Sicyopus sasali</i>	1					1		
Gobiidae	<i>Sicyopus (Sicyopus) sp2</i>	1	1				1		
Gobiidae	<i>Stenogobius keletaona</i>					1			
Gobiidae	<i>Stiphodon elegans</i>					1		1	
Gobiidae	<i>Stiphodon sp1</i>	1				1	1	1	
Gobiidae	<i>Stiphodon rubromaculatus</i>	1					1		

**ANNEXE 2**  
**DONNEES FAUNISTIQUES OBTENUES : MACROFAUNE BENTHIQUE**

				LIEU	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Wallis	Futuna	Futuna
				RIVIERE /PLAN D'EAU	Lac Lanutava	Lac Kikila	Lac Kikila 2	Lac Lalolalo	Tar. Ha'atofo	Lac Alofivai	Tar. Mala'efo	Lac Lano	Tar. Falaleu	Vainifao	Vainifao
				N° Site											
				DATE	06/10/2004	06/10/2004	08/10/2004	07/10/2004	07/10/2004	08/10/2004	08/10/2004	09/10/2004	09/10/2004	12/10/2004	12/10/2004
				Prélèvement	ponctuels	haveneau	haveneau	poncutels	haveneau	haveneau	haveneau	haveneau	haveneau	surber	surber
				nombre de prélèvements										6	5
Sous phylum ou Classe	Classe ou Sous-classe	Ordre ou sous ordre	Famille	taxon											
Turbellariés	Archoophora	Tricladida		indéterminé											
Némertien Enopla		Hoploneurtea	Tetrastemmatidae	<i>Prostoma graecense</i>					1				4	8	4
Nématodes											2			5	2
Hirudinea	Hirudinoidea	Rhynchobdellae	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia sp.</i>	3							4			
Hirudinea	Hirudinoidea	Rhynchobdellae	Piscicolidae?	indéterminée		1									
Oligochètes		Haplotaxida	Naididae	<i>Nais sp.</i>				4	300		45			1	2
Oligochètes		Haplotaxida	Naididae	<i>Dero Aulophorus furcatus</i>		55	20			450	8	100			
Oligochètes		Haplotaxida	Naididae	<i>Dero sp.</i>	13										
Oligochètes		Haplotaxida	Tubificidae	<i>Branchiura sowerbyi</i>									160		
Oligochètes		Haplotaxida	Tubificidae	indéterminés											
Oligochètes		Haplotaxida	Lumbriculidae	indéterminés											
Oligochètes		Haplotaxida	Enchytraeidae	indéterminés											
Polychètes			Aeolosomatidae	indéterminés							8			200	
Gastéropodes	Pulmonés		Planorbidae	<i>Gyraulus sp.</i>											2
Gastéropodes	Pulmonés		Planorbidae	<i>Physastra nasuta?</i>					15		2	14			
Gastéropodes	Pulmonés		Lymnaeidae	<i>Pseudosuccinea columella</i>									4	3	
Gastéropodes	Prosobranches		Thiaridae	<i>Melanoides tuberculata</i>	60		1	243	135		1		150	2	19
Gastéropodes	Prosobranches		Neritidae	<i>Clithon sp.1</i>										2	
Gastéropodes	Prosobranches		Neritidae	<i>Neritina canalis</i>											
Gastéropodes	Prosobranches		Neritidae	<i>Neritina adumbrata?</i>											
Gastéropodes	Prosobranches		Neritidae	<i>Septaria sp.1</i>											
Gastéropodes	Prosobranches		Neritidae	<i>Septaria suffreni</i>											
Gastéropodes	Prosobranches		Neritidae	<i>Clithon sp.2</i>										1	
Gastéropodes	Prosobranches		Neritidae	<i>Neritilla rubida</i>											
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Cypridae	<i>Stenocypris major</i> (Baird, 1859)	2	5420	54	9		7		260			
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Cypridae	<i>Stenocypris malayica</i> Victor & Fernando, 1981		30						90			
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Cypridae	<i>Chrissia (cf.) perarmata</i> (Brady, 1904)		20	7	43	25		3	90			
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Cypridae	<i>Chrissia sp.</i>			1			5					
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Cypridae	<i>Strandesia vinciguerra</i> Masi, 1905				54				170			
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Cypridae	<i>Cypretta seurati</i> Gauthier, 1929		190		94	455			2950			
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Cypridae	<i>Cypridopsis vidua</i> (Müller, 1776)				4							
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Cypridae	Cyprididae juv. non déterminé.				1							
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Cypridae	sp.								1			
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Candonidae	<i>Candonopsis</i> juv. non dét.											
Crustacés	Ostracodes	Podocopida	Darwinulidae	<i>Alicenula cf. serricaudata</i> (Klie, 1935)				2							
Crustacés	Copépode	Cyclopoida	Cyclopidae	<i>Mesocyclops aspericornis</i>	3	300	6	348	200	500	1	5000	4		1
Crustacés	Branchiopode	Cladocère	Macrothricidae	<i>Ilyocypris spinifer</i>									3		
Crustacés	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	<i>Atyoida pilipes</i>											6
Crustacés	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	<i>Atyopsis spinipes</i>											1
Crustacés	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	<i>Caridina serratiostris</i>											
Crustacés	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	<i>Caridina typus</i>											12
Crustacés	Malacostracés	Décapodes	Atyidae	<i>Caridina weberi</i>											4
Crustacés	Malacostracés	Décapodes	Palaemonidae	<i>Macrobrachium lar</i>											
Crustacés	Malacostracés	Décapodes	Grapsidae	<i>Geosesarma sp.</i>										2	
Chelicerata	Acarie			indéterminé			1	1	3		4			12	8
Insecte	Ptérygote	Collemboles		indéterminés		3					3	2	1	3	6
Insecte	Ptérygote	Lépidoptères		indéterminés								1			
Insecte	Ptérygote	Ephéméroptères	Neopphemeridae	<i>Potamanthellus caenoides</i>											8
Insecte	Ptérygote	Odonates	Aeshnidae	<i>Anax sp.</i>		13									
Insecte	Ptérygote	Odonates	Aeshnidae	<i>Anax guttatus</i>		2									
Insecte	Ptérygote	Odonates	Aeshnidae	indéterminé											
Insecte	Ptérygote	Odonates	Libellulidae	<i>Diplacodes bipunctata</i>											
Insecte	Ptérygote	Odonates	Libellulidae	<i>Pantala flavescens</i>						12					
Insecte	Ptérygote	Odonates	Libellulidae	<i>Orthetrum sabina</i>						32					
Insecte	Ptérygote	Odonates	Libellulidae	<i>Tholymis tillarga</i>	1			1					1		
Insecte	Ptérygote	Odonates	Libellulidae	<i>Tramea transmarna</i>						9					
Insecte	Ptérygote	Odonates	Libellulidae	<i>Rhyothemis sp.</i>			4								
Insecte	Ptérygote	Odonates	Libellulidae	indéterminés	1	1			11		4				
Insecte	Ptérygote	Odonates	Coenagrionidae	<i>Ischnura aurora</i>	1	300			88			37	6		
Insecte	Ptérygote	Odonates	Coenagrionidae	<i>Pseudagrion sp.</i>	8	3		7							
Insecte	Ptérygote	Odonates	Coenagrionidae	indéterminé										3	

**ANNEXE 2**  
**DONNEES FAUNISTIQUES OBTENUES : MACROFAUNE BENTHIQUE**

				DATE	06/10/2004	06/10/2004	08/10/2004	07/10/2004	07/10/2004	08/10/2004	08/10/2004	09/10/2004	09/10/2004	12/10/2004	12/10/2004
				Prélèvement	ponctuels	haveneau	haveneau	ponctuels	haveneau	haveneau	haveneau	haveneau	haveneau	surber	surber
				nombre de prélèvements											
Sous phylum ou Classe	Classe ou Sous-classe	Ordre ou sous ordre	Famille	taxon											
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Veliidae	<i>Microvelia (sg. Pacificovelia) sp. nov. (?)</i>						21					
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Veliidae	<i>Microvelia? sp. nov</i>											
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Veliidae	<i>Microvelia sp.</i>								1			1
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Mesovelidae	<i>Mesovelia vittigera</i> Horváth, 1895		11	3	13	12		2		1		
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Mesovelidae	<i>Mesovelia melanesica</i> J.&D. Polhemus, 2000											1
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Mesovelidae	<i>Mesovelia cf melanesica</i> J.&D. Polhemus, 2001											
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Mesovelidae	<i>Mesovelia sp.</i>											
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Gerridae	<i>Limnogonus fossarum gilguy</i> Andersen & Weir, 1997				7	7						
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Gerridae	<i>Limnogonus luctuosus</i> (Montrouzier, 1865)								2			
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Gerridae	<i>Limnogonus sp.</i>									1		
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Notonectidae	<i>Anisops nasutus</i> Fieber, 1851							3000				
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Notonectidae	<i>Anisops cleopatra</i> Distant, 1914											
Insecte	Ptérygote	Hétéroptères	Notonectidae	<i>Anisops sp.</i>									1		
Insecte	Ptérygote	Diptères	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae <i>Leptoconops sp.</i>			1					1			1
Insecte	Ptérygote	Diptères	Ceratopogonidae	Forcipomyiinae <i>Atrichopogon sp.</i>											
Insecte	Ptérygote	Diptères	Ceratopogonidae	Forcipomyiinae Gen. 1 sp.			3								
Insecte	Ptérygote	Diptères	Chironomidae	Chironomini <i>Polypedium sp.</i>		25	1			165		12		1	18
Insecte	Ptérygote	Diptères	Chironomidae	<i>Chironomus sp.</i>		41	10	27	6	1000	34	27	5		
Insecte	Ptérygote	Diptères	Chironomidae	<i>Harrisius sp.</i>											1
Insecte	Ptérygote	Diptères	Chironomidae	Tanytarsini sp.		9				82					
Insecte	Ptérygote	Diptères	Chironomidae	<i>Corynoneura spp.</i>										3	32
Insecte	Ptérygote	Diptères	Chironomidae	Orthoclaadiinae <i>Cardiocladius sp.</i>										2	
Insecte	Ptérygote	Diptères	Chironomidae	Pentaneurini <i>Genus sp.</i>				13	10			26			
Insecte	Ptérygote	Diptères	Limoniidae	<i>Limonia sp.</i>											
Insecte	Ptérygote	Diptères	Psychodidae	Gen. 1 sp.											1
Insecte	Ptérygote	Diptères	Psychodidae	Gen. 2 sp											
Insecte	Ptérygote	Diptères	Psychodidae	indéterminés											
Insecte	Ptérygote	Diptères	Culicidae	<i>Culex annulirostris</i>			14		56		14				
Insecte	Ptérygote	Diptères	Muscidae												3
Insecte	Ptérygote	Diptères	Rhagionidae												
Insecte	Ptérygote	Trichoptères	Hydroptilidae	<i>Oxyethira sp.</i>			1							1	31
Insecte	Ptérygote	Trichoptères	Leptoceridae	<i>Triplectides sp.</i>	36		1	48				24			17
Insecte	Ptérygote	Coléoptères	Hydrophilidae	<i>Enochrus sp.</i>			1		1						
Insecte	Ptérygote	Coléoptères	Hydraenidae	<i>Hydraena sp.</i>											
Insecte	Ptérygote	Coléoptères	Dytiscidae	<i>Hydaticus sp.</i>					1						
Insecte	Ptérygote	Coléoptères	Dytiscidae	<i>Cybister tripunctatus</i> (Olivier, 1795) ssp. <i>temnenkii</i> Aubé, 1838	6		2			2					
Insecte	Ptérygote	Coléoptères	Dytiscidae	<i>Hydrovatus sp.</i>											
Insecte	Ptérygote	Coléoptères	Dytiscidae	<i>Copelatus sp.</i>											
Insecte	Ptérygote	Coléoptères	Noteridae	<i>Neohydrocoptus sp.</i>			8								
Insecte	Ptérygote	Coléoptères	Cucurilionidae	indéterminés								2			
Remarques						ostrocodes *10			ostrocodes * 3,5			ostrocodes * 10			

**ANNEXE 2**  
**DONNEES FAUNISTIQUES OBTENUES : MACROFAUNE BENTHIQUE**

LIEU	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	Futuna	
RIVIERE /PLAN D'EAU	Vainifao	Galoli	Galoli	Leava	Leava	Leava	Vainifao	Vailasi (Malae)	Vailasi (Malae)	Gutavai	Sofala	Sausau	Sausau	Sausau	Sausau	Lac Nuku	Vainui	
N° Site	aval barrage	Cascade	cours moyen	cours inférieur	cours moyen	Tarodièrè	cours supérieur	cours moyen	cours moyen	cours inférieur	cours inférieur	cours inférieur	Amont Barrage	Aval Barrage	Tarodièrè	S 14.28183°	cours inférieur	
DATE	12/10/2004	13/10/2004	13/10/2004	13/10/2004	14/10/2004	14/10/2004	15/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	18/10/2004	18/10/2004	19/10/2004	20/10/2004	22/10/2004
Prélèvement	surber / petit filet	petit filet	petit filet	surber	surber / petit filet	haveneau	surber / petit filet	petit filet	petit filet	petit filet	surber	Petit filet	surber	surber	petit filet	haveneau	haveneau	petit filet
nombre de prélèvements	7	2	6	5	6		6	3	3	6	5	5	7	6				3
taxon																		
indéterminé	1			1	1			1							2			
<i>Prostoma graecense</i>	1		6	7			2		6	1	6	15	2	19	38			1
			2					3						2	5			
<i>Glossiphonia sp.</i>																		
indéterminée																		
<i>Nais sp.</i>		7	500		5	1	24			22	34		4	3	45			1
<i>Dero Aulophorus furcatus</i>																		
<i>Dero sp.</i>																		
<i>Branchiura sowerbyi</i>																		
indéterminés																		3
indéterminés	2	1	1		1							2						
indéterminés						2												
indéterminés				1		2	1	2					4	7	2			
<i>Gyraulus sp.</i>				1		3												
<i>Physastra nasuta?</i>				29		7												
<i>Pseudosuccinea columella</i>				6		5					2							
<i>Melanoidea tuberculata</i>	3	3	158	20		670	8	3	2	2	9		6		800	3		
<i>Clithon sp.1</i>			18	2	30		5	4		2		2	2	25				
<i>Neritina canalis</i>					8			7					2	15				
<i>Neritina adumbrata?</i>								2				2						
<i>Septaria sp.1</i>				2	9													
<i>Septaria suffreni</i>					4													
<i>Clithon sp.2</i>	2			2						2					10			
<i>Neritilia rubida</i>	3		6	1	2													
<i>Stenocypris major</i> (Baird, 1859)							2											
<i>Stenocypris malayica</i> Victor & Fernando, 1981							142			1		3				2		
<i>Chrissia (cf.) peramata</i> (Brady, 1904)																		
<i>Chrissia sp.</i>																		
<i>Strandesia vinciguerrae</i> Masi, 1905							8											
<i>Cypretta seurati</i> Gauthier, 1929							238									51		
<i>Cypridopsis vidua</i> (Müller, 1776)							210				32		62		172	2		
Cyprididae juv. non déterminé.																		
sp.																		
<i>Candonopsis</i> juv. non dét.																		17
<i>Alicenula cf. serricaudata</i> (Klie, 1935)																		
<i>Mesocyclops aspericomis</i>							50					3						
<i>Ilyocypris spinifer</i>																		
<i>Atyoida pilipes</i>	10		30		2			8	3		6			8				1
<i>Atyopsis spinipes</i>					4				3									1
<i>Cardina serratirostris</i>										1			5					
<i>Cardina typus</i>	6							6	1									
<i>Cardina weberi</i>	28				15			2										
<i>Macrobrachium lar</i>						1												
<i>Geosesarma sp.</i>				3						9								
indéterminé		1		1	1	24	3	1	7	3		17		7	103			1
indéterminés		4	8					1	6			1		1				1
indéterminés	1					2					1				1			
<i>Potamanthellus caenoides</i>	1	2	29		2		1		8			17		1				1
<i>Anax sp.</i>																		
<i>Anax guttatus</i>																		
indéterminé				1		1												5
<i>Diplacodes bipunctata</i>						51				1						39		
<i>Pantala flavescens</i>																		3
<i>Orthetrum sabina</i>																		
<i>Tholymis tillarga</i>																		
<i>Tramea transmarna</i>																		
<i>Rhyothemis sp.</i>																		
indéterminés																		
<i>Ischnura aurora</i>						19					2					20		
<i>Pseudagrion sp.</i>																		
indéterminé																		

**ANNEXE 2  
DONNEES FAUNISTIQUES OBTENUES : MACROFAUNE BENTHIQUE**

DATE	12/10/2004	13/10/2004	13/10/2004	13/10/2004	14/10/2004	14/10/2004	15/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	16/10/2004	18/10/2004	18/10/2004	19/10/2004	20/10/2004	22/10/2004
Prélèvement	surber / petit f	petit filet	petit filet	surber	surber / petit f	haveneau	surber / petit f	petit filet	petit filet	surber	Petit filet	surber	surber	petit filet	haveneau	haveneau	petit filet
nombre de prélèvements	7	2	6	5	6		6	3	3	6	5	5	7	6			3
taxon																	
<i>Microvelia</i> (sg. <i>Pacificovelia</i> ) sp. nov. (?)																	
<i>Microvelia?</i> sp. nov							4										
<i>Microvelia</i> sp.					1										1		14
<i>Mesovelia vittigera</i> Horváth, 1895																	
<i>Mesovelia melanesica</i> J.&D. Polhemus, 2000																	
<i>Mesovelia cf melanesica</i> J.&D. Polhemus, 2001																	2
<i>Mesovelia</i> sp.			1				1										
<i>Limnogonus fossarum gilguy</i> Andersen & Weir, 1997															4		
<i>Limnogonus luctuosus</i> (Montrousier, 1865)						8											
<i>Limnogonus</i> sp.																	
<i>Anisops nasutus</i> Fieber, 1851																26	
<i>Anisops cleopatra</i> Distant, 1914															9		
<i>Anisops</i> sp.														1			
Ceratopogoninae <i>Leptoconops</i> sp.			9		1		1										
Forcipomyiinae <i>Atrichopogon</i> sp.									1								1
Forcipomyiinae Gen. 1 sp.																	
Chironomini <i>Polypedilum</i> sp.	40	7	6	134	58	36	14	1000	1	1	18	62	473				
<i>Chironomus</i> spp.								9									
<i>Harrisius</i> sp.						2	5				1						2
Tanytarsini sp.																	
<i>Corynoneura</i> spp.	6	8	9	9	6	3	2	10	9								
Orthoclaadiinae <i>Cardiocladius</i> sp.	11	7	46	90	53	2	55	46	2	8	20						1
Pentaneurini Genus sp.					11										60		
<i>Limonia</i> sp.	1	6	20	20				1						2	144		2
Gen. 1 sp.																	
Gen. 2 sp													9				
indéterminés									1								
<i>Culex annulirostris</i>				1	6		1						1				
										1							
<i>Oxyethira</i> sp.	3		64	2	47	7	23	2	20	42	20	9	136	221	51		2
<i>Triplectides</i> sp.															9		
<i>Enochrus</i> sp.																	
<i>Hydraena</i> sp.									1								
<i>Hydraticus</i> sp.																	
<i>Cybister tripunctatus</i> (Olivier, 1795) ssp. <i>temnenkii</i> Aubé, 1838																	
<i>Hydrovatus</i> sp.						2									38		
<i>Copelatus</i> sp.																7	
<i>Neohydrocoptus</i> sp.															1		
indéterminés																	
		1 coléoptère terrestre				ostrocodes *2		divers à revoir : némertien? Planaire?	1 puceron, beaucoup de fourmis			1 coléoptère terrestre			2 prélèvements, 1 coléoptère Chrysomelidae (terrestre)	Mollusques à revoir	

**ANNEXE 3  
DONNEES FLORISTIQUES OBTENUES : ALGUES ET BRYOPHYTES**

					Ile	WALLIS	WALLIS	WALLIS	WALLIS	WALLIS
					Pilulier	Tar. Ha'atofa	Tar. Mala'efo'ou	Source Gahi	Lac Lalolalo	Lac Lanutavaké
					milieu	tarodiére	tarodiére	source	lac	lac
					date	07/10/2004	08/10/2004	08/10/2004	07/10/2004	06/10/2004
Phylum	Sous phylum ou Classe	Ordre ou sous-ordre	Famille	Genre						
<b>CHLOROPHYCEES</b>										
Chlorophyta	Chlorophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Rhizoclonium</i>	<i>Rhizoclonium sp.</i>					
Chlorophyta	Chlorophyceae	Cladophorales	Cladophoraceae	<i>Cladophora</i>	<i>Cladophora sp.</i>					
Chlorophyta	Chlorophyceae	Microsporales	Microsporaceae	<i>Microspora</i>	<i>Microspora sp.</i>	1	1			
Chlorophyta	Chlorophyceae	Oedogoniales	Oedogoniaceae	<i>Oedogonium</i>	<i>Oedogonium sp.</i>		1			
Chlorophyta	Chlorophyceae	Stigeocloniumales	Stigeocloniumaceae	<i>Stigeoclonium</i>	<i>Stigeoclonium sp.</i>					
<b>ZYGOPHYCEES</b>										
Chlorophyta	Zygothryxales	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Mougeotia</i>	<i>Mougeotia sp.</i>	1				
Chlorophyta	Zygothryxales	Zygnematales	Zygnemataceae	<i>Spirogyra</i>	<i>Spirogyra sp.</i>	4				
<b>CHARACEES</b>										
Chlorophyta	Charophyceae	Charales	Characeae	<i>Chara</i>	<i>Chara vulgaris ?</i>					
Chlorophyta	Charophyceae	Charales	Nitellaceae	<i>Nitella</i>	<i>Nitella tenuissima</i>					
<b>XANTHOPHYCEES</b>										
Chromophyta	Xanthophyceae	Vaucheriales	Vaucheriaceae	<i>Vaucheria</i>	<i>Vaucheria sp.</i>					
<b>CYANOPHYCEES</b>										
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Microchaetaceae	<i>Microchaete</i>	<i>Microchaete sp.</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Anabaena</i>	<i>Anabaena sp.</i>		1			
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Nostocaceae	<i>Pseudanabaena</i>	<i>Pseudanabaena sp.</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Jaaginema</i>	<i>Jaaginema subtilissimum</i>		3			
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Jaaginema</i>	<i>Jaaginema profundum</i>			2		
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Leptolyngbya</i>	<i>Leptolyngbya sp.</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i>	<i>Lyngbya sp.</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya</i>	<i>Lyngbya lindavii</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria</i>	<i>Oscillatoria simplicissima</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i>	<i>Phormidium interruptum</i>	1		5		
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i>	<i>Phormidium sp.</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Phormidium</i>	<i>Phormidium lividum</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix</i>	<i>Planktothrix isoethrix</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix</i>	<i>Planktothrix sp.</i>					
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Schizothrix</i>	<i>Schizothrix lacustris ?</i>					4
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Oscillatoriaceae	<i>Symploca</i>	<i>Symploca muscorum</i>		4			
Cyanobacterie	Cyanophyceae	Nostocales	Rivulariaceae		indéterminée					
<b>DINOPHYCEES</b>										
Pyrrophytophyta	Dinophyceae	Peridinales	Peridiniaceae	<i>Peridinium</i>	<i>Peridinium sp.</i>					2
<b>DIATOMEES</b>										
Bacillariophyta	Bacillariophyceae (Diatomées)	Cymbellales	Gomphonemataceae	<i>Gomphonema</i>	<i>Gomphonema sp.</i>	1				
Bacillariophyta	Bacillariophyceae (Diatomées)	Naviculales	Naviculaceae	<i>Navicula</i>	<i>Navicula sp.</i>					
Bacillariophyta	Bacillariophyceae (Diatomées)	Fragilariales	Fragilariaceae	<i>Fragilaria</i>	<i>Fragilaria sp.</i>					
Bacillariophyta	Bacillariophyceae (Diatomées)				diatomées diverses					
<b>BRYOPHYTES</b>										
Bryophytes	Hépatique	Metzgeriales	Metzgeriaceae		indéterminée					
Bryophytes	Hépatique	Jungermanniales	Lejeuneaceae.	<i>Marchesinia</i>	<i>Marchesinia sp.</i>					
Bryophytes	Mousse	Hypnales	Hypnaceae	<i>Taxiphyllum</i>	<i>Taxiphyllum sp. ?</i>					

Indice d'abondance sur la lame d'observation  
1: < 1 %, 2: <10%, 3: <25%, 4: <75% et >75 %.

**ANNEXE 3  
DONNEES FLORISTIQUES OBTENUES : ALGUES ET BRYOPHYTES**

	Ile	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA	FUTUNA
	<b>Pilulier</b>	Gutavai (2)	Gutavai (3)	AINIFAO (2)	AINIFAO (3)	SALOLI (2)	GALOLI (4)	Tarod. Sausau	Tarod. Sausau	Tarod. Sausau	Tarod. Sausau	Tarod. Sausau	SAUSAU (2)	SAUSAU (3)
	<b>milieu</b>	cours inférieur	cours inférieur	cours inférieur	amont barrage								amont barrage	cours inférieur
				sur blocs et galets immergés	sur blocs et galets immergés	sur blocs immergés	écoulement cascade presque vertical, sur blocs humectés en permanence						sur blocs et galets immergés	sur blocs et galets immergés
	<b>date</b>	16/10/2004	16/10/2004	12/10/2004	12/10/2004	#####	13/10/2004	18/10/2004	19/10/2004				18/10/2004	16/10/2004
<b>Famille</b>											<b>characées</b>	<b>characées</b>	<b>characées (1)</b>	
Cladophoraceae	<i>Rhizoclonium sp.</i>						2							
Cladophoraceae	<i>Cladophora sp.</i>						3	2						
Microsporaceae	<i>Microspora sp.</i>			1										
Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>													
Stigeocloniumceae	<i>Stigeoclonium sp.</i>	5	5	1	5									5
Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>							5						
Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp.</i>													
Characeae	<i>Chara vulgaris ?</i>													
Nitellaceae	<i>Nitella tenuissima</i>													
Vaucheriaceae	<i>Vaucheria sp.</i>													
Microchaetaceae	<i>Microchaete sp.</i>							1						
Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>													
Nostocaceae	<i>Pseudanabaena sp.</i>							1						3
Oscillatoriaceae	<i>Jaaginema subtilissimum</i>													
Oscillatoriaceae	<i>Jaaginema profundum</i>													
Oscillatoriaceae	<i>Leptolyngbya sp.</i>													2
Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp.</i>			2										
Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya lindavii</i>												4	
Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria simplicissima</i>					5								
Oscillatoriaceae	<i>Phormidium interruptum</i>													
Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp.</i>			3					5				2	
Oscillatoriaceae	<i>Phormidium lividum</i>													
Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix isothrix</i>						1							
Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix sp.</i>							1						
Oscillatoriaceae	<i>Schizothrix lacustris ?</i>													
Oscillatoriaceae	<i>Symploca muscorum</i>													
Rivulariaceae	indéterminée													
Peridiniaceae	<i>Peridinium sp.</i>													
Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>							1						
Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>							1	1					
Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp.</i>			1									1	
	diatomées diverses						1	1						
Metzgeriaceae	indéterminée						3							
Lejeuneaceae.	<i>Marchesinia sp.</i>						1							
Hypnaceae	<i>Taxiphyllum sp.?</i>													

**Indice d'abondance sur la lame d'observation**  
**1: < 1 %, 2: <10%, 3: <25%, 4: <75% et >75 %.**

**ANNEXE 3  
DONNEES FLORISTIQUES OBTENUES : ALGUES ET BRYOPHYTES**

	Ile	FUTUNA SAUSAU (4)	FUTUNA SAUSAU (5)	FUTUNA LEAVA	FUTUNA LEAVA (2)	FUTUNA LEAVA (4)	FUTUNA LEAVA (5)	FUTUNA LEAVA (7)	FUTUNA LEAVA (8)	FUTUNA NUKU	FUTUNA NUKU	FUTUNA NUKU (2)	FUTUNA NUKU (3)	FUTUNA LAC NUKU	FUTUNA SOFALA (2)	FUTUNA SOFALA (5)
	Pilulier	amont barrage	amont barrage	tarodière	cours inférieur	cours moyen	tarodière	cours moyen	cours moyen	lac	lac	lac	lac		rivière	tarodière
	milieu	sur blocs et galets immergés	sur blocs humectés en permanence		sur blocs et galets immergés	sur blocs et galets immergés		placage sur substrat fin (sables grossiers, cailloux)	placage sur substrat fin (sables grossiers, cailloux)	zone proche de l'arrivée de l'affluent "est"	zone proche de l'arrivée de l'affluent "est"	zone proche de l'arrivée de l'affluent "ouest"	zone proche de l'arrivée de l'affluent "ouest"			
	date	18/10/2004	18/10/2004	14/10/2004	13/10/2004	14/10/2004	14/10/2004	14/10/2004	14/10/2004	20/10/2004	20/10/2004	20/10/2004	20/10/2004	20/10/2004	16/10/2004	16/10/2004
Famille			<b>bryophytes</b>	<b>characées</b>						<b>characées</b>	<b>characées+alg</b>	<b>characées</b>		<b>characées</b>		
Cladophoraceae	<i>Rhizoclonium sp.</i>					2										4
Cladophoraceae	<i>Cladophora sp.</i>															
Microsporaceae	<i>Microspora sp.</i>															2
Oedogoniaceae	<i>Oedogonium sp.</i>															
Stigeocloniumceae	<i>Stigeoclonium sp.</i>	5			4	5	5				3					
Zygnemataceae	<i>Mougeotia sp.</i>															
Zygnemataceae	<i>Spirogyra sp.</i>															
Characeae	<i>Chara vulgaris ?</i>															4
Nitellaceae	<i>Nitella tenuissima</i>			5						5	4	5	5			
Vaucheriaceae	<i>Vaucheria sp.</i>							2	5							
Microchaetaceae	<i>Microchaete sp.</i>															
Nostocaceae	<i>Anabaena sp.</i>															
Nostocaceae	<i>Pseudanabaena sp.</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Jaaginema subtilissimum</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Jaaginema profundum</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Leptolyngbya sp.</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya sp.</i>	1														
Oscillatoriaceae	<i>Lyngbya lindavii</i>							4								1
Oscillatoriaceae	<i>Oscillatoria simplicissima</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Phormidium interruptum</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Phormidium sp.</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Phormidium lividum</i>				3											
Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix isothrix</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Planktothrix sp.</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Schizothrix lacustris ?</i>															
Oscillatoriaceae	<i>Symploca muscorum</i>															
Rivulariaceae	indéterminée															
Peridiniaceae	<i>Peridinium sp.</i>															
Gomphonemataceae	<i>Gomphonema sp.</i>															
Naviculaceae	<i>Navicula sp.</i>															
Fragilariaceae	<i>Fragilaria sp.</i>	1														
	diatomées diverses															
Metzgeriaceae	indéterminée															
Lejeuneaceae	<i>Marchesinia sp.</i>															
Hydnaceae	<i>Taxiphyllum sp. ?</i>		5												5	

Indice d'abondance sur la lame d'observation  
1: < 1 %, 2: <10%, 3: <25%, 4: <75% et >75 %.

# PREMIER INVENTAIRE DES POISSONS ET DES CRUSTACÉS D'EAU DOUCE DES ÎLES DE WALLIS ET FUTUNA



N. MARY<sup>1</sup>, A. DUTARTRE<sup>2</sup>, P. KEITH<sup>3</sup>, G. MARQUET<sup>4</sup>, P. SASAL<sup>5</sup>

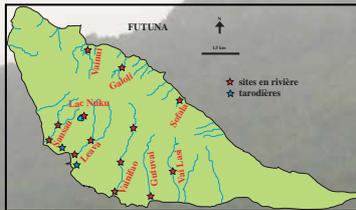
1: Etudes des Hydrosystèmes Continentaux (ETHYCO), 27 avenue Joffre, 66200 Cornaille del Vercol, France; 2: Unité de Recherche Réseaux, Epuration et Qualité des Eaux, CEMAGREF, 50, Avenue de Verdun 33612 Cestas Cedex, France; 3: Muséum National d'Histoire Naturelle, 57 rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05, France; 4: 18 rue des Papayons, Plateau Caillou 97460 St Paul, Ile de la Réunion; 5: UMR 5555-CNRS-UP, 52 av. Paul Alduy, 66860 Perpignan Cedex, France (sasal@univ-perp.fr).

**Résumé** Nous avons réalisé, au cours du mois d'octobre 2004, un inventaire le plus exhaustif possible, de la faune et de la flore des plans d'eau de Wallis et des principaux cours d'eau de Futuna. Nous présentons ici les premiers résultats en ce qui concerne les crustacés et les poissons. Au total, nous avons recensés 16 espèces de crustacés et 18 espèces de poissons dont 5 pourraient être endémiques. A Wallis l'absence de rivières et l'aménagement des principales sources font que la diversité spécifique est très faible. Certains lacs hébergent des poissons introduits. En revanche, la diversité spécifique en poissons et crustacés des cours d'eau de Futuna est relativement élevée, compte tenu de la taille de l'île. D'un point de vue fondamental, l'évaluation de la biodiversité réelle des milieux aquatiques de ces îles présente un intérêt majeur dans les débats scientifiques sur l'insularité et l'évolution. D'un point de vue plus pratique, l'augmentation des pressions anthropiques pourrait mettre en danger la diversité biologique originale de ces îles.

## Introduction

La faune et la flore des eaux douces des îles du Pacifique Sud sont encore globalement mal connues. Les principales études réalisées dans la région concernent la Grande Terre de la Nouvelle-Calédonie (Haase & Bouchet, 1998 ; Mary, 2000 ; Marquet *et al.*, 2003) ; Bougainville en Papouasie Nouvelle Guinée (Allen, 1991 ; Yule, 1996) ; la Polynésie Française (Fossati & Marquet, 1998 ; Keith *et al.*, 2002) ; les îles Fidji (Ryan, 1980 ; Choy, 1991 ; Haynes, 1987), le Vanuatu (Marquet *et al.*, 2002) et Hawaï (Eldredge, 2000). En ce qui concerne les îles de Wallis et Futuna (Territoires Français d'Outre-Mer), la connaissance des milieux aquatiques continentaux est insuffisante. Pourtant, ces milieux sont soumis à des pressions anthropiques croissantes (pollutions domestiques, captages, élevages porcins...) qui menacent la biodiversité des peuplements aquatiques. Un inventaire de la faune et de la flore des plans d'eau de Wallis et des principaux cours d'eau de Futuna a été effectué en octobre 2004. Voici les premiers résultats concernant les crustacés et les poissons des eaux douces de ces TOM.

## Matériel et méthodes



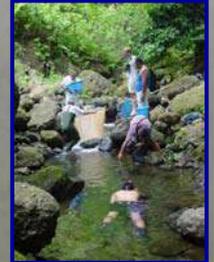
A Futuna, les 8 rivières et les 2 tarodières les plus importantes ont été échantillonnées. Le lac Nuku a également été prospecté.



A Wallis, où il n'y a pas de cours d'eau, deux lacs peu profonds, trois lacs de cratère, trois tarodières avec des sources aménagées et une source ont été échantillonnés.



Plusieurs méthodes d'inventaire ont été utilisées : la pêche électrique, la pêche à la senne, la pêche à l'épuisette, la pose de nasses, la pêche au fusil harpon et l'apnée (Photos A. Dutartre).



## Résultats

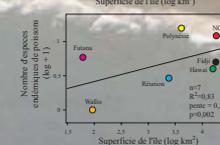
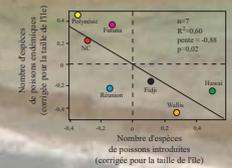
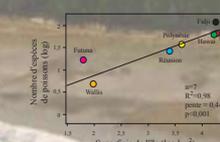
A Wallis, 4 espèces de poissons (dont 2 sont introduites) et 3 espèces de crustacés ont été inventoriées. A Futuna, nous avons trouvé 16 espèces de poissons et 15 espèces de crustacés (aucune espèce introduite). Cinq espèces de poissons semblent nouvelles pour la science.

## Analyse biogéographique des résultats

Nos données ont été confrontées aux données existantes de la littérature.

	Poissons	Crustacés	Nombre de poissons introduits	Superficie totale du territoire (km <sup>2</sup> )	Densité (hab/km <sup>2</sup> )
Hawaï	60	9	50	16 705	74
Réunion	25	10	4	2 512	282
Polynésie	37	18	3	4 200	58
Nouvelle-Calédonie	(15)	(2)	8	18 575	12
Fidji	64	37	21	18 400	45
Wallis	(4)	(3)	2	96	105
Futuna	(0)	(0)	0	64	76

(nombre d'espèces endémiques)



Par ailleurs, nous avons trouvé une relation significative négative entre le nombre d'espèces introduites et le nombre d'espèces endémiques et cela indépendamment de la taille de l'île considérée.

Conformément au modèle de biogéographie insulaire, il existe une relation significative positive entre la taille de l'île et le nombre d'espèces de poissons. La relation est aussi significative avec le nombre d'espèces de poissons endémiques.

Enfin nous n'avons pas trouvé de relation significative entre la densité de population et le nombre d'espèces endémiques et introduites.



Familles	Noms des espèces	Futuna	Wallis	Distribution
<b>CRUSTACÉS</b>				
Atyidae	<i>Atyoida pilipes</i>	X		Pacifique
	<i>Atyopsis spinipes</i>	X		Pacifique
	<i>Caridina serratorostris</i>	X		Indo-Pacifique
	<i>Caridina typus</i>	X		Indo-Pacifique
	<i>Caridina weberi</i>	X		Indo-Pacifique
	Palaemonidae	<i>Macrobrachium aemulum</i>	X	
<i>Macrobrachium australe</i>		X		Indo-Pacifique
<i>Macrobrachium gracilirostre</i>		X		Pacifique
<i>Macrobrachium grandimanus</i>		X	X	Pacifique
<i>Macrobrachium lar</i>		X	X	Indo-Pacifique
<i>Macrobrachium latimanus</i>		X		Indo-Pacifique
<i>Macrobrachium placidulum</i>		X		Pacifique
<i>Palaemon concinnus</i>		X		Indo-Pacifique
<i>Palaemon debilis</i>		X	X	Indo-Pacifique
Grapsidae		<i>Ptychognatus pilipes</i> ??	X	
	<i>Geosesarma sp</i> ??	X		???
<b>POISSONS</b>				
Anguillidae	<i>Anguilla marmorata</i>	X		Indo-Pacifique
	<i>Anguilla megastoma</i>	X		Pacifique
	<i>Anguilla obscura</i>	X	X	Pacifique
Poeciliidae	<i>Poecilia reticulata</i> *		X	
Syngnathidae	<i>Microphis retzii</i>	X		Pacifique
Kuhliidae	<i>Kuhlia marginata</i>	X		Pacifique
	<i>Kuhlia rupestris</i>	X		Indo-Pacifique
Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i> *		X	
Eleotriidae	<i>Eleotris fusca</i>	X	X	Indo-Pacifique
Gobiidae	<i>Awaous ocellaris</i>	X		Pacifique
	<i>Lentipes cf kaeae</i>	X		Nouvelle-Calédonie et Vanuatu ??
	<i>Sicyopterus lagocephalus</i>	X		Indo-Pacifique
	<i>Sicyopus (Smilosicyopus) sp1</i> **	X		
	<i>Sicyopus (Sicyopus) sp2</i> **	X		
	<i>Stenogobius sp**</i>	X		
	<i>Stiphodon elegans</i>	X		Polynésie, Samoa
	<i>Stiphodon sp1</i> **	X		
	<i>Stiphodon sp2</i> **	X		

\* Espèce introduite ; \*\* espèce probablement endémique

## Discussion – Conclusion

L'absence de cours d'eau véritable ainsi que l'aménagement des sources pour des besoins domestiques peuvent en partie expliquer la faible diversité spécifique en poissons et crustacés observée à Wallis.

A Futuna la diversité spécifique est relativement élevée et le taux d'endémisme des poissons important (environ 30%), compte tenu de la taille de l'île. L'isolement de l'île ainsi que, l'absence, d'une part de programme d'élevage d'organismes de gestion et, d'autre part, de troupes américaines durant la 2<sup>nd</sup>e guerre mondiale (contrairement à Wallis) expliquent certainement en partie qu'il n'y ait pas d'espèce introduite à Futuna. La comparaison de nos données avec celles disponibles pour d'autres îles de l'Indo-Pacifique confirme que la faune des poissons (et crustacés) de Futuna mérite une attention particulière. Des mesures de protection particulières devraient être mises en place afin de préserver le taux d'endémisme et l'absence d'espèce introduite. Plus spécifiquement, l'entretien et l'aménagement des barrages, mais aussi une gestion raisonnée de la ressource en eau doivent être considérés afin que les espèces amphidromes puissent effectuer leur cycle biologique comportant une phase marine obligatoire.

**Remerciements** Nous adressons nos plus vifs remerciements aux autorités coutumières et territoriales ainsi qu'aux populations de Wallis et Futuna pour leur accueil. La mission de terrain doit son succès à l'organisation et au dynamisme de Didier Labrousse (Service Territorial de l'Environnement de Wallis et Futuna). Merci aussi à C. Flourh (HYTEC) pour son aide sur le terrain.

**Références bibliographiques**  
 Allen G.R., 1991. Field guide to the freshwater fishes of New Guinea. Publ. 9. Christensen Research Institute. 268p.  
 Anonymous 1997. Convention on biological diversity 1997 national report to the conference of the parties by the Republic of Fiji. Department of the environment Ministry of local government, Housing and Environment. Suva. Fiji. 29 p.  
 Choy S.C., 1991. The ayulid shrimp of Fiji with description of a new species. Zool. Med. Liden 65 (27): 343-362.  
 Eldredge L.G., 2000. Nonindigenous freshwater fishes, amphibians, and crustaceans of the Pacific and Hawaiian islands. In: Invasive species in the Pacific: A technical review and draft regional strategy (Sherley ed.). South Pacific Regional Environment Programme. Apia: 173-190.  
 Foussat O. & Marquet G., 1998. Faune des eaux douces des îles Marquises : île des Macaonvères et des poissons. MNHN. Ed., Paris. 50p.  
 Haase M. & Bouchet P., 1998. Radiation of ctenostomatid gastropods on an ancient continental island: the Hemisoma-clade in New Caledonia (Gastropoda - Hydrobiola). Hydrobiologia 367: 43-52.  
 Haynes A., 1987. Species richness, abundance and biomass of benthic invertebrates in a lowland tropical stream on the island of Viti Levu, Fiji. Arch. Hydrobiol. 110: 451-459.  
 Keith P., Vignaux E. & Rose P., 1999. Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Réunion. Patrimoines Naturels 39: 136 p.  
 Keith P., Vignaux E. & Marquet G., 2002. Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de Polynésie Française. Patrimoines Naturels 55: 175 p.  
 Marquet G., Keith P. & Vignaux E., 2003. Atlas des poissons et des crustacés d'eau douce de Nouvelle-Calédonie. Patrimoines Naturels 58: 282 p.  
 Marquet G., Taki N., Chadderton L. & Gerbeaux P., 2002. Biodiversity and biogeography of freshwater Crustaceans (Decapoda, Natantia) from Vanuatu. A comparison with Fiji and New Caledonia. Bull. Fr. Pêche Pisc. 364: 217-232.  
 Mary N., 2000. Guide d'identification de la macrofaune des invertébrés benthiques des rivières de la Nouvelle-Calédonie. Ministère de l'Environnement, Service de l'Eau (Paris). Province Nord et Province Sud de la Nouvelle-Calédonie. 92 p.  
 Ryan P.A., 1980. A checklist of the brackish and freshwater fish of Fiji. South Pac. Journal of Nat. Sciences 1: 58-73.  
 Yule G., 1996. Spatial distribution of the invertebrate fauna of an aseasonal tropical stream on Bougainville Island, Papua New Guinea. Arch. Hydrobiol. 137 (2): 227-249.  
 http://www.mnz.govt.nz/inf/datas/fish.htm  
 http://home.hawaii.cc.cmc.cpe.fwr.orc.html

Nous tenons à remercier nos partenaires :

## *Cucullanus oceaniensis* sp. n. (Nematoda: Cucullanidae) from Pacific eels (*Anguilla* spp.)

František Moravec<sup>1</sup>, Pierre Sasal<sup>2</sup>, Jürgen Würtz<sup>3</sup> and Horst Taraschewski<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic;

<sup>2</sup>Centre de Biologie et d'Écologie Tropicale et Méditerranéenne, UMR 5555 CNRS-UP, Parasitologie Fonctionnelle et Evolutive, CBETM, Université de Perpignan, 52 Avenue de Villeneuve, 66860 Perpignan Cedex, France;

<sup>3</sup>Zoologisches Institut der Universität Karlsruhe (TH), Abteilung Ökologie und Parasitologie, Kaiserstrasse 12, 76128 Karlsruhe, Germany

Key words: parasitic nematode, *Cucullanus*, new species, freshwater eel, *Anguilla*, Wallis and Futuna Islands, Fiji Islands, South Pacific Ocean

**Abstract.** A new species of parasitic nematode, *Cucullanus oceaniensis* sp. n., is described from the intestine of the giant mottled eel *Anguilla marmorata* (type host) from Futuna Island (Wallis and Futuna Islands, Polynesia) and from *A. marmorata* and *Anguilla* sp. (cf. *obscura*) from Fiji Islands (Melanesia, South Pacific). The main distinguishing characteristics are the length of spicules (668–1,020 µm), situation of deirids (slightly anterior to the oesophago-intestinal junction) and the excretory pore (some distance posterior to the end of oesophagus), and the arrangement of caudal papillae in the male. It is the third known species of *Cucullanus* from Oceania and the first one reported from freshwater eels in the region of South Pacific. *Cucullanus faliexae* Morand et Rigby, 1998 is considered a junior synonym of *Cucullanus australiensis* Baylis, 1927.

During recent occasional examinations of freshwater eels in the region of Oceania, nematode specimens of a previously unknown species of *Cucullanus* Müller, 1777 were collected. The new species is described herein.

### MATERIALS AND METHODS

Three specimens (2 males and 1 gravid female) of *Cucullanus* were collected from a giant mottled eel *Anguilla marmorata* Quoy et Gaimard (body length 73 cm) caught in the Vainifao River, Futuna Island (Wallis and Futuna Islands) on 12 October 2004. Two conspecific nematode specimens (1 male and 1 nongravid female) were collected from *Anguilla* sp. (cf. *obscura* Günther) from the Fiji Islands in 1995 and eight specimens (1 male and 7 females) from *A. marmorata* from the Fiji Islands in July 1996; unfortunately, the only information available for these materials is the host and date of collection (the nematodes were sent from the Fiji Islands to Germany). All nematodes were fixed in 70% ethanol. For light microscopical examination, the nematodes were cleared with glycerine. Drawings were made with the aid of a Zeiss microscope drawing attachment. After examination, the specimens were briefly placed in 4% formaldehyde solution and then transferred to 70% ethanol, in which they were stored. For scanning electron microscopy (SEM), two specimens (male and female from *A. marmorata* from Fiji) from 4% formalin were postfixed in 1% osmium tetroxide, dehydrated through a graded ethanol series, critical point dried, and sputter-coated with gold. They were examined with a JEOL JSM-6300 scanning electron microscope at an accelerating voltage of 15 kV. All measurements are in micrometres unless otherwise stated.

For comparative purposes, type specimens of *Cucullanus australiensis* Baylis, 1927 (2 male syntypes, Natural History Museum, London, 1927.8.10.95–98) and *C. faliexae* Morand et Rigby, 1998 (4 paratypes: 2 males and 2 females, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, 581 HF) were examined. The names of fishes follow Froese and Pauly (2005).

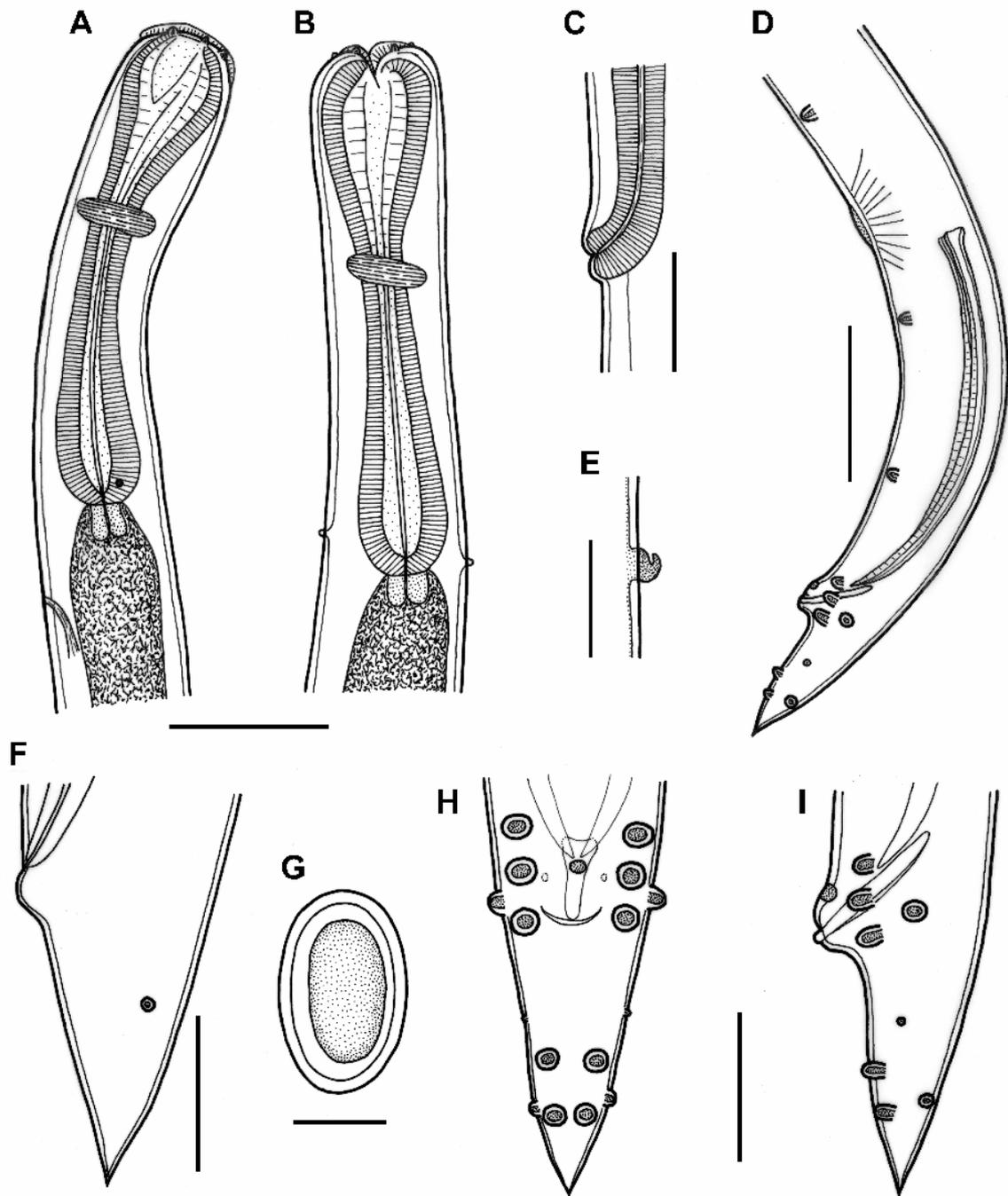
### DESCRIPTION

*Cucullanus oceaniensis* sp. n. Figs. 1, 2

**General:** Medium-sized nematodes. Body whitish, slender, with slightly transversely striated cuticle. Lateral alae absent. Oral opening dorsoventrally elongate, surrounded by raised narrow membranous ala (collarette) supported by row of minute basal teeth. Four submedian cephalic papillae and pair of lateral amphids present. Oesophagus muscular, expanded at anterior end to form rather large pseudobuccal capsule (oesophastome); posterior part of oesophagus also expanded, but somewhat narrower than pseudobuccal capsule. Oesophagus opening into intestine through large valve. Nerve ring encircling oesophagus at distance representing 35–49% of oesophagus length. Deirids small, hooked, slightly asymmetrical, just anterior to oesophago-intestinal junction; excretory pore at short distance below end of oesophagus. Tail conical, with sharply pointed tip.

**Male** (3 specimens: holotype and 1 paratype from Futuna Island [measurements of latter in parentheses], and 2 paratypes from Fiji [in square brackets]): Length of body 7.14 (9.51) [5.86–7.78] mm, maximum width

Address for correspondence: F. Moravec, Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Branišovská 31, 370 05 České Budějovice, Czech Republic. Phone: ++420 387 775 432; Fax: ++420 385 310 388; E-mail: moravec@paru.cas.cz



**Fig. 1.** *Cucullanus oceaniensis* sp. n. **A, B** – anterior end of male, lateral and dorsoventral views; **C** – vulva; **D** – posterior end of male, lateral view; **E** – deirid; **F** – tail of female, lateral view; **G** – egg; **H, I** – tail of male, ventral and lateral views. Scale bars: **A, B, D** = 200  $\mu$ m; **C, F, H, I** = 100  $\mu$ m; **E, G** = 30  $\mu$ m.

190 (326) [299]. Length of entire oesophagus 707 (721) [816–884], length of oesophastome 258 (272) [258–299], its width 150 (190) [163–190]; minimum width of oesophagus 68 (95) [68–82]; maximum width of posterior part of oesophagus 122 (177) [136–177]. Oesophagus representing 10 (8) [11–14] % of whole body

length. Distance of nerve ring from anterior extremity 299 (354) [313], representing 42 (49) [35–38] % of oesophagus length. Deirids and excretory pore 644 (656) [721–739] and 979 (857) [898–1,061], respectively, from anterior end of body. Ventral region of cloacal opening distinctly elevated. Spicules equal, 668

(990) [819–1,020] long, provided with wide membranous alae. Gubernaculum well sclerotized, 111 (111) [117–135] long, somewhat laterally expanded at proximal end. Ventral preanal sucker well developed. Preanal papillae: 5 subventral pairs, of which first pair well anterior to ventral sucker, second somewhat posterior to ventral sucker, third approximately in mid-way between second pair of papillae and cloacal opening, and fourth and fifth near cloacal aperture; one unpaired, median papilla-like formation present at level of fifth pair of preanals. One pair of lateral adanal papillae present. Postanal papillae: 4 pairs, of which first pair of subventrals just posterior to cloacal opening, second and fourth pairs of subventrals posterior to mid-length of tail and third pair of laterals situated between last two pairs of subventrals. Pair of small lateral papilla-like phasmids present between first and third pairs of postanal papillae. Length of tail 201 (163) [204].

**Female** (allotype from Futuna Island; measurements of 5 gravid and 1 nongravid specimens [all paratypes] from Fiji in parentheses and square brackets, respectively): Length of body 13.34 (9.49–13.78) [4.65] mm, maximum width 340 (354–503) [190]. Length of entire oesophagus 1,074 (1,020–1,088) [625], length of oesophastome 313 (313–381) [190], its width 204 (204–272) [136]; minimum width of oesophagus 95 (109–136) [60], maximum width of its posterior part 177 (190–231) [109]. Oesophagus representing 8 (8–11) [13] % of whole body length. Distance of nerve ring 394 (408–503) [258] from anterior extremity, representing 37 (39–46) [41] % of oesophagus length. Deirids and excretory pore 979 (870–1,061) [516] and 1,278 (1,170–1,197) [734], respectively, from anterior end of body. Length of tail 299 (272–299) [204]; pair of small lateral papilla-like phasmids present near mid-length of tail. Vulva postequatorial, 8.23 (5.20–7.66) [2.82] mm from anterior extremity, at 62 (55–59) [61] % of body length; vulvar lips elevated. Short muscular vagina directed anteriorly from vulva. Uteri opposed. Eggs numerous (eggs absent in 1 paratype); mature eggs oval, thin-walled, with uncleaved contents, 75–81 (75–84) long and 42–45 (42–45) wide; egg wall 6 (6) thick.

**Type host:** Giant mottled eel *Anguilla marmorata* Quoy et Gaimard, 1824 (Anguillidae, Anguilliformes).

**Other host:** *Anguilla* sp. (cf. *obscura*).

**Site of infection:** Intestine.

**Type locality:** Vainifao River (14°30'74"S, 178°14'28"W), Futuna Island (Wallis and Futuna Islands) (*A. marmorata*).

**Other locality:** Fiji Islands (*A. marmorata*, *Anguilla* sp. [cf. *obscura*]).

**Prevalence and intensity:** *A. marmorata*, Futuna Island: 3 specimens in one fish examined. *A. marmorata*, Fiji Islands: 8 specimens in 1 fish. *Anguilla* sp., Fiji Islands: 2 specimens in unknown number (1 ?) of fish examined.

**Etymology:** The specific name *oceaniensis* relates to the geographical region of the distribution, i.e., Oceania.

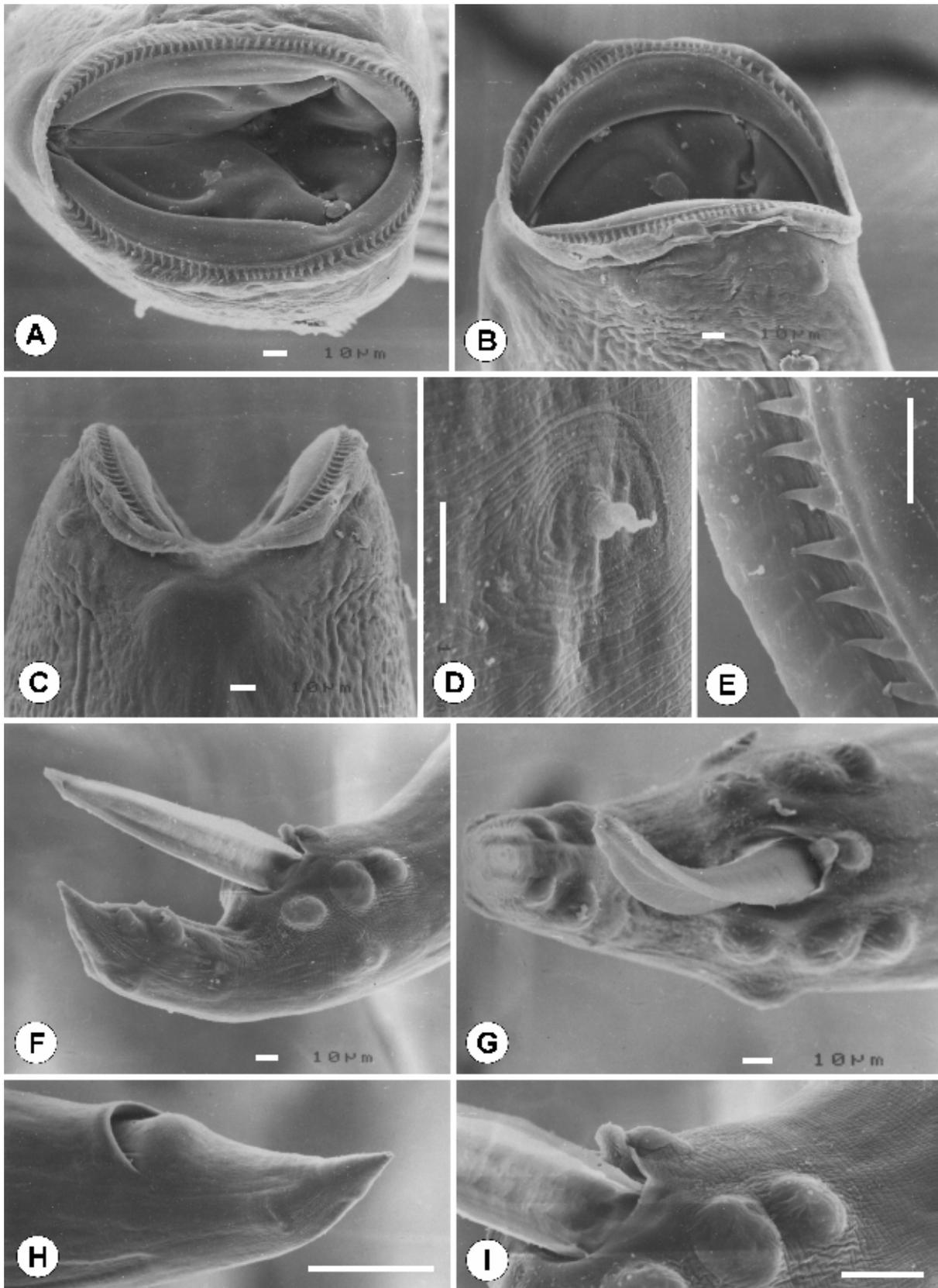
**Deposition of type specimens:** Holotype, allotype and 3 paratypes in the Helminthological Collection of the Institute of Parasitology in České Budějovice (Cat. No. N-844); one paratype (male) in the Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris (Cat. No. 279HG).

## DISCUSSION

The genus *Cucullanus* Müller, 1777 (Cucullanidae, Seuratoidea) contains a large number of species parasitizing various freshwater, brackish-water or marine fishes around the world; more rarely they are found in aquatic turtles (Petter 1974, Ivashkin and Khromova 1976). Their morphology is rather uniform and some of them have been inadequately described, so that a detailed comparison among all of them is practically impossible. Therefore, some authors prefer to deal with these parasites according to their host groups (Petter 1974) or their zoogeographical region (Moravec et al. 1997, Caspeta-Mandujano et al. 2000, Daniel et al. 2002).

In the description of *Cucullanus faliexae* Morand et Rigby, 1998 from the marine anguilliform fish *Gymnothorax javanicus* (Bleeker) from French Polynesia, Morand and Rigby (1998) noted that in addition to *C. faliexae*, there are only four other species of *Cucullanus* with a protruding cloacal region (considered by them to be a valid taxonomic trait): *C. micropapillatus* Törnquist, 1931, *C. sciaenae* Gupta et Gupta, 1979, *C. theraponi* Rasheed, 1968, and *C. laurotravassosi* Petter et Le Bel, 1992. However, this feature is characteristic of an additional nine species, of which *C. australiensis* Baylis, 1927, *C. filiformis* Yamaguti, 1935, *C. hians* (Dujardin, 1845), *C. muraenesocis* Yamaguti, 1961, *C. murenophidis* Campana-Rouget, 1957 and *C. robustus* Yamaguti, 1935 were described from marine anguilliform fishes.

The morphology and measurements of *C. faliexae* are almost identical with those of *C. australiensis* (only the gubernaculum is reported to be somewhat longer [0.21 mm] and the excretory pore was not observed in *C. australiensis*) (Baylis 1927, Morand and Rigby 1998). A re-examination of two male syntypes of *C. australiensis* showed the gubernaculum to be 183 and 195 µm long and the excretory pore to be situated somewhat anterior to the end of oesophagus (1.06 mm from the anterior extremity). On the other hand, the re-examination of the two male paratypes of *C. faliexae* showed the length of the gubernaculum to be evidently longer (168 and 192 µm) than reported by Morand and Rigby (1998); the length of the gubernaculum given by the latter authors (110–120 µm) is probably a mistake, because they illustrated (fig. 1) the gubernaculum about 238 µm long, as can be derived from the accompanying scale bar in their paper. The arrangement of male caudal



**Fig. 2.** *Cucullanus oceaniensis* sp. n., scanning electron micrographs. **A, B, C** – cephalic end, apical, sublateral and dorsoventral views; **D** – deirid; **E** – detail of cephalic denticles; **F, G** – tail of male, lateral and ventral views; **H** – tail of female, lateral view; **I** – region of cloaca (enlarged), lateral view. Scale bars: D, E = 10 μm; H = 100 μm; I = 20 μm.

papillae and the situation of deirids were found identical in both species. Since the morphology and measurements of *C. australiensis* and *C. faliexae* are practically identical (while describing *C. faliexae*, Morand and Rigby [1998] did not compare it with *C. australiensis*) and both species were described from the congeneric fish hosts (*Gymnothorax* spp.) of the South Pacific (Australia and French Polynesia) with similar areas of distribution (Froese and Pauly 2005), *C. faliexae* is considered a junior synonym of *C. australiensis*.

*Cucullanus oceaniensis* differs from *C. australiensis* in the position of deirids (near the end of the oesophagus vs. just posterior to the nerve ring), shorter spicules (669–1,020 µm vs. 990–1,200 µm) and the smaller body length (males 5.9–9.5 mm vs. 13–19 mm; gravid females 9.5–13.3 mm vs. 14–22 mm); from *C. filiformis* in the arrangement of caudal papillae and shape of the oesophagus (pseudobuccal capsule distinctly broader than the posterior part of oesophagus vs. pseudobuccal capsule equally broad as the posterior part of oesophagus); and from *C. muraenesocis* in the arrangement of postanal papillae and situation of the first pair of preanal papillae in relation to the ventral sucker (distinctly anterior to the sucker vs. at the middle of sucker) (Baylis 1927, Yamaguti 1935, 1941, 1961, Morand and Rigby 1998). Moreover, *C. oceaniensis* has been reported from Polynesia and Melanesia while both *C. filiformis* and *C. muraenesocis* have only been reported from Japan.

In contrast to the new species, *C. hians* has the excretory pore at the level of the oesophagus end, its spicules and the gubernaculum are distinctly longer (1.26 mm and 26 µm, respectively) and it occurs in the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea; *C. murenophidis* has a different distribution of the preanal and postanal papillae, shorter spicules (440 µm) and it occurs near the coast of West Africa; and *C. robustus* has deirids situated more anteriorly (between the end of oesophagus and the nerve ring), its spicules are distinctly longer (1.12–1.25 mm), and it was originally described from Japan, but later reported also from New Zealand and the Baltic Sea (Yamaguti 1935, Campana-Rouget 1957, Ivashkin and Khromova 1976).

In contrast to *C. oceaniensis* now reported from freshwater eels (Anguillidae), all the above mentioned species were described from marine anguilliform fishes of the families Congridae and Muraenidae. The only exception is *C. filiformis* originally described from *Conger myriaster* (Brevoort), but later reported by Yamaguti (1941) from the Japanese eel *Anguilla japonica* Temminck et Schlegel. Morphologically similar to

*C. oceaniensis* seems to be *Cucullanus anguillae* Wang et Ling, 1975, an inadequately described species from *Anguilla japonica* from China (Wang and Ling 1975), but it has a different arrangement of caudal papillae.

Le-Van-Hoa and Pham-Ngoc-Khue (1967) described a new cucullanid species and genus, *Campanarougetia campanarougetae*, from *Anguilla mauritiana* (= *A. marmorata*) from Vietnam; although its gross morphology resembles that of *Cucullanus* spp., it differs considerably in the structure of the mouth and oesophagus (oral aperture triangular, lumen of oesophagus without pronounced cuticularized armature). In addition, *Campanarougetia campanarougetae* differs from *Cucullanus oceaniensis* in the position of the excretory pore at the level of the posterior end of oesophagus, different arrangement of postanal papillae, shorter spicules (48 µm), and in that the region of the cloacal aperture is not protruding.

Besides *C. australiensis* (syn. *C. faliexae*) from French Polynesia (Rangiroa, Tuamotu Archipelago) and *C. bourdini* Petter et Le Bel, 1992 from marine perciform and tetraodontiform fishes from New Caledonia and French Polynesia (Rangiroa) (Petter and Le Bel 1992, Morand and Rigby 1998), *C. oceaniensis* is the third known representative of *Cucullanus* in the southern region of Oceania.

*Cucullanus oceaniensis* co-occurred with *Procamallanus pacificus* Moravec, Justine, Würtz, Taraschewski et Sasal, 2005 (Nematoda, Camallanidae) in the freshwater eels of the Futuna Island (*Anguilla marmorata*) and the Fiji Islands (*Anguilla* sp.). However, it was absent from the eels (*Anguilla obscura* Günther, *A. reinhardtii* Steindachner) in New Caledonia, in which *Procamallanus pacificus* was found (Moravec et al. 2005).

**Acknowledgements.** Thanks are due to the staff of the Laboratory of Electron Microscopy of the Institute of Parasitology, ASCR, in České Budějovice for their technical assistance and to Irena Husáková from the Department of Helminthology of the same Institute for her help with the preparation of illustrations. Eileen Harris from The Natural History Museum in London and Jimmy Cassone from Muséum National d'Histoire Naturelle in Paris kindly provided type specimens of *C. australiensis* and *C. faliexae*, respectively, for study. The work in Futuna Island was financially supported by the CNRS, the French Ministry of Overseas Territories and TOTAL Corporate Foundation. This study was partly supported by the research project (Z60220518) of the Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic.

## REFERENCES

- BAYLIS H.A. 1927: Some new parasitic nematodes from Australia. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, Ser. 9, 20: 214–225.
- CAMPANA-ROUGET Y. 1957: Parasites de poissons de mer ouest-africains récoltés par J. Cadenat. *Nématodes* (4ème note). Sur quelques espèces de Cucullanidae. Révision de la sous-famille. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, Sér. A, 19: 417–465.
- CASPETA-MANDUJANO J.M., MORAVEC F., AGUILAR-AGUILAR R. 2000: *Cucullanus mexicanus* sp. n. (Nematoda: Cucullanidae) from the intestine of the freshwater

- catfish *Rhamdia guatemalensis* (Pimelodidae) in Mexico. *Helminthologia* 37: 215–217.
- DANIEL V.I., TIMI J.T., SARDELLA N.H. 2002: *Cucullanus marplatensis* sp. nov. (Nematoda, Cucullanidae) parasitizing *Odontesthes argentinensis* (Valenciennes, 1835) (Pisces, Atherinidae) from Argentinian waters. *Acta Parasitol.* 47: 41–46.
- FROESE R., PAULY D. (Eds.) 2005: FishBase. World Wide Web electronic publication, www.fishbase.org, version 5/2005.
- IVASHKIN V.M., KHROMOVA L.A. 1976: [Cucullanata and Gnathostomatata of animals and man and the diseases caused by them.] *Osnovy nematologii* 27. Nauka, Moscow, 436 pp. (In Russian.)
- LE-VAN-HOA, PHAM-NGOC-KHUE 1967: Relation entrée les Seuratoidea et les Cucullanidae par l'intermédiaire d'un nouveau nématode *Campanarougetia campanarougetae* n. g., n. sp., parasite des anguilles du Sud-Viet-Nam. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 60: 393–398.
- MORAND S., RIGBY M.C. 1998: Cucullanin nematodes from coral reef fishes of French Polynesia, with a description of *Cucullanus faliexae* n. sp. (Nematoda: Chitwoodchabaudiidae). *J. Parasitol.* 84: 1213–1217.
- MORAVEC F., JUSTINE J.-L., WÜRTZ J., TARASCHEWSKI H., SASAL P. 2005: *Procamallanus* (*Procamallanus*) *pacificus* n. sp. (Nematoda: Camallanidae) from Pacific eels (*Anguilla* spp.). *J. Parasitol.* (In press.)
- MORAVEC F., KOHN A., FERNANDES B.M.M. 1997: New observations on seuratooid nematodes parasitic in fishes of the Paraná River, Brazil. *Folia Parasitol.* 44: 209–223.
- PETTER A.-J. 1974: Essai de classification de la famille des Cucullanidae. *Bull. Mus. Natl. Hist. Nat.*, 3<sup>e</sup> série, No. 255, *Zool.* 177: 1469–1490.
- PETTER A.-J., LE BEL J. 1992: Two new species in the genus *Cucullanus* (Nematoda – Cucullanidae) from the Australian region. *Mem. Inst. Oswaldo Cruz* 87 (Suppl. 1): 201–206.
- WANG P., LING X. 1975: Some nematodes of the suborder Camallanata from Fujian Province, with notes on their life histories. *Acta Zool. Sin.* 21: 350–358. (In Chinese, Engl. summary.)
- YAMAGUTI S. 1935: Studies on the helminth fauna of Japan. Part 9. Nematodes of fishes, I. *Jpn. J. Zool.* 6: 337–386.
- YAMAGUTI S. 1941: Studies on the helminth fauna of Japan. Part 33. II. Nematodes of fishes. *Jpn. J. Zool.* 9: 343–396.
- YAMAGUTI S. 1961: Studies on the helminth fauna of Japan. Part. 57. Nematodes of fishes, III. *J. Helminthol., R.T. Leiper Suppl.*, pp. 217–228.

Received 27 May 2005

Accepted 10 August 2005

## A NEW SPECIES OF *PROCAMALLANUS* (NEMATODA: CAMALLANIDAE) FROM PACIFIC EELS (*ANGUILLA* SPP.)

František Moravec, Jean-Lou Justine\*, Jürgen Würtz†, Horst Taraschewski‡, and Pierre Sasal‡

Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Branišovská 31, 37005 České Budějovice, Czech Republic. e-mail: moravec@paru.cas.cz

**ABSTRACT:** A new species of parasitic nematode, *Procamallanus (Procamallanus) pacificus* n. sp., is described from the stomach of the Pacific shortfinned eel, *Anguilla obscura* (type host), and from the speckled longfin eel, *Anguilla reinhardtii*, from northern New Caledonia (Melanesia, South Pacific); from *Anguilla* sp. (cf. *obscura*) from the Fiji Islands (Melanesia, South Pacific); and from the giant mottled eel *Anguilla marmorata* from Futuna Island (Wallis and Futuna Islands, Polynesia). Although a total of 450 nematodes were collected, all specimens were females; this suggests either an extremely rare occurrence of males or parthenogenetic reproduction in this species. *Procamallanus pacificus* differs markedly from all congeners from fish hosts in possessing a greater number (4–9) of caudal mucrons in the female and by other morphological features. This parasite might become a serious pathogen of cultured eels in the region of the South Pacific. *Batrachocamallanus* Jackson and Tinsley, 1995 is considered a junior synonym of *Procamallanus* Baylis, 1923, to which 2 species are transferred as *Procamallanus occidentalis* (Jackson and Tinsley, 1995) n. comb. and *Procamallanus siluranae* (Jackson and Tinsley, 1995) n. comb. One third-stage larva of *Procamallanus (Spirocamallanus)* sp. was also recorded from *Anguilla* sp. (cf. *obscura*) from the Fiji Islands.

Parasitological examinations of some freshwater fishes in New Caledonia carried out in 2003 and 2004 revealed, among other helminths, numerous nematodes of the Camallanidae parasitic in the stomachs of 2 species of native eels (*Anguilla*). These proved to be members of an undescribed species of *Procamallanus (Procamallanus)* Baylis, 1923. Conspecific nematodes were previously (in 1995) obtained from an unidentified eel from the Fiji Islands (F. Moravec, unpubl. obs.), in which also 1 third-stage larva of *Procamallanus (Spirocamallanus)* sp. was found, and recently (in 2004) also from a giant mottled eel from Futuna Island (Wallis and Futuna Islands). Both the new camallanid species and the larva are described herein.

### MATERIALS AND METHODS

Eels were caught by local fishermen in the Pouembout River near Pouembout (on the west coast) and in swamps near Ponérihouen (on the east coast), both in Province Nord, New Caledonia, South Pacific, and some of them were kept in captivity for several months before their examination. Two native species of eels were obtained and examined in July 2003 and September 2004: Pacific shortfinned eel, *Anguilla obscura* Günther, 1872 (10 specimens; body length 24–88 cm), and speckled longfin eel, *Anguilla reinhardtii* Steindachner, 1867 (3 specimens; body length 71–104 cm). The eels were transported alive to the laboratory of the Institut de Recherche pour le Développement (IRD) in Nouméa, killed, and immediately examined for the presence of helminth parasites. The recovered nematodes were washed in physiological saline and then fixed in hot 70% ethanol or 4% formaldehyde solution. A few specimens were fixed in 96% ethanol for subsequent DNA studies. Additional eels belonging to 2 species, the speckled longfin eel, *Anguilla reinhardtii*, and the giant mottled eel, *Anguilla marmorata* Quoy et Gaimard, 1824, were collected by electrofishing from the Dumbéa River near Dumbéa (2 *A. reinhardtii*, body length 20–30 cm, 29 April 2003) and from the La Foa River near La Foa (11 *A. reinhardtii*, body length

17.5–44.5 cm, 2 *A. marmorata*, body length 27.5–45 cm, 23 September 2004), but no camallanid nematodes were found in them.

For the nematode specimens from the Fiji Islands, a total of 170 adult *Procamallanus (Procamallanus)* and 1 larva of *Procamallanus (Spirocamallanus)* were collected from *Anguilla* sp. (cf. *obscura*). However, no further information is available on the number of eels examined, the dates of examination, or the locality of collection (the nematode sample was sent from the Fiji Islands to Germany). Three nematodes (1 complete and 2 posterior ends of other specimens) were collected from 1 *A. marmorata* (body length 73 cm) caught in the Vainifao River from Futuna Island (Wallis and Futuna Islands) on 12 October 2004; 2 other specimens of *A. marmorata* (body length 26.5 cm and 28 cm) and 2 specimens of the Polynesian longfinned eel, *Anguilla megastoma* Kaup, 1856 (body length 83 cm and 50 cm), from Futuna Island were not infected by this parasite. *Anguilla reinhardtii* was not found on Futuna Island.

For light microscopical examination, the nematodes were cleared with glycerine. Drawings were made with the aid of a Zeiss drawing attachment. Specimens used for scanning electron microscopy (SEM) were postfixed in 1% osmium tetroxide, dehydrated through a graded ethanol series, critical-point dried and sputter-coated with gold; they were examined using a JEOL JSM-6300 scanning electron microscope at an accelerating voltage of 15 kV. For comparison, 1 female paratype of *Procamallanus armatus* originating from an eel in Madagascar was borrowed from the Muséum National d'Histoire Naturelle in Paris (catalog number 829 BA). All measurements are in micrometers unless otherwise stated. The names of fishes follow Froese and Pauly (2005).

### DESCRIPTION

#### *Procamallanus (Procamallanus) pacificus* n. sp. (Figs. 1–3)

**Description of female:** (Ten gravid specimens with larvae from New Caledonia: 5 from *A. obscura* [measurements of holotype in parentheses] and 5 from *A. reinhardtii* [measurements of latter in square brackets].) Medium-sized nematodes with thick, finely transversely striated cuticle. Body of live specimens reddish, of fixed specimens brownish. Length of body 16.32–18.54 mm (16.32 mm) [12.24–13.19 mm], maximum width 408–517 (517) [229–326]. Mouth aperture circular, with narrow peribuccal ring; peribuccal flange absent. Mouth surrounded by 6 flat, crescent-shaped elevations and 8 submedian cephalic papillae arranged in 2 concentric circles, each formed by 4 papillae; pair of small lateral amphids present (Figs. 1B, 2C, 3B). Buccal capsule yellowish to brownish, somewhat elongate, usually slightly narrowing posteriorly at its posterior half, with simple basal ring 30–33 (33) [30–33] long and 72–90 (90) [69–72] wide; length of capsule including basal ring 174–183 (183) [159], maximum width 126–132 (126) [108–132]; width: length ratio of capsule 1:1.3–1.5 (1:1.5) [1:1.4–1.5]. Inner surface of capsule smooth, without any spiral ridges, but in some specimens with a narrow ring of slightly thickened wall just anterior to basal ring (Figs. 1D, 2D). Muscular esophagus slightly shorter than glandular esophagus,

Received 10 February 2005; revised 20 May 2005; accepted 20 May 2005.

\* Équipe Biogéographie Marine Tropicale, Unité Systématique, Adaptation, Évolution (UPMC, CNRS, MNHN, IRD), Institut de Recherche pour le Développement, BP A5, 98848 Nouméa Cedex, New Caledonia.

† Zoologisches Institut der Universität Karlsruhe (TH), Abt. Ökologie und Parasitologie, Kaiserstrasse 12, 76128 Karlsruhe, Germany.

‡ Centre de Biologie et d'Écologie Tropicale et Méditerranéenne, UMR 5555 CNRS-UP, Parasitologie Fonctionnelle et Évolutive, CBETM, Université de Perpignan, 52 Avenue de Villeneuve, 66860 Perpignan Cedex, France.

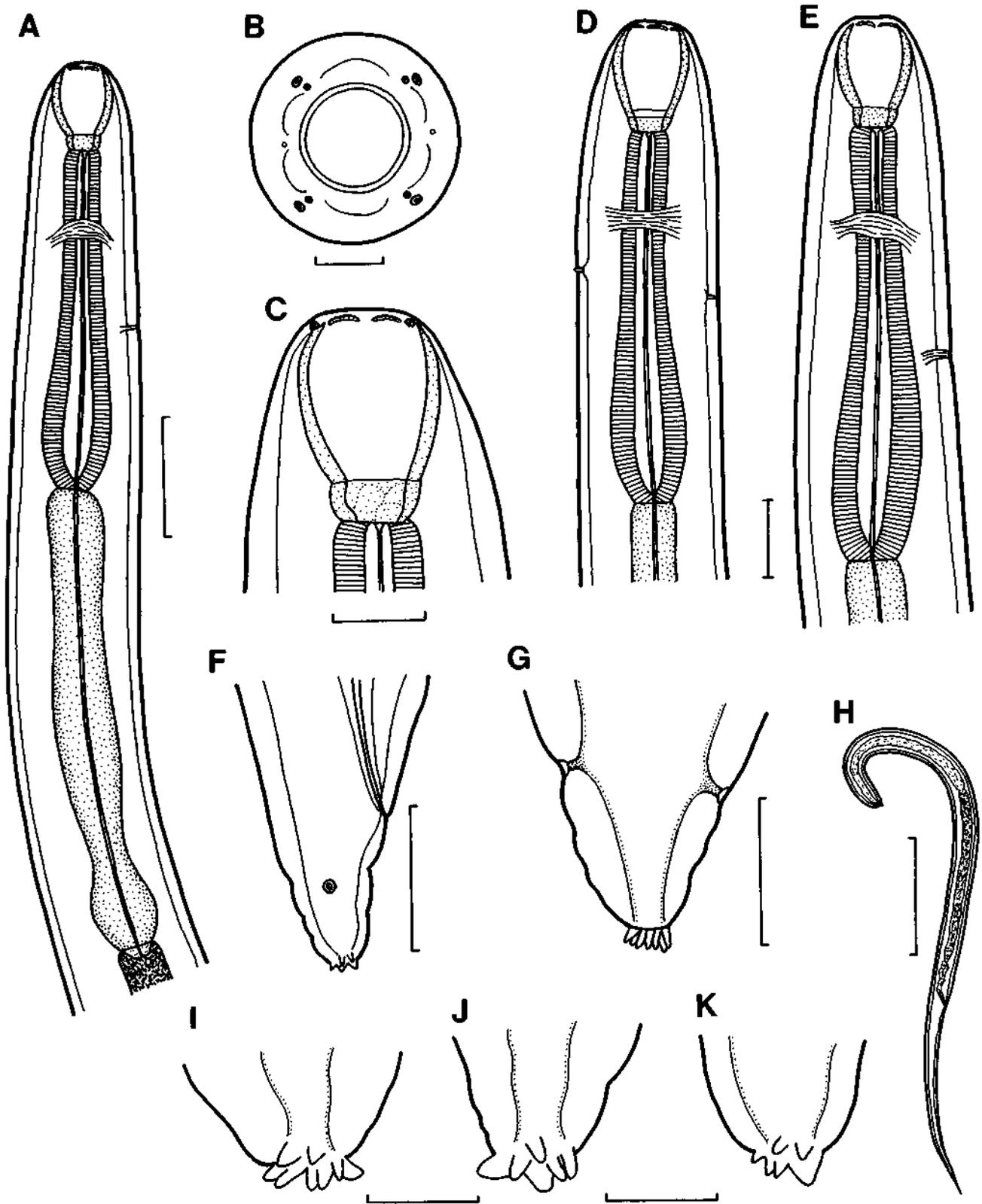


FIGURE 1. *Procamallanus (Procamallanus) pacificus* n. sp., female specimens from New Caledonia. (A) Anterior end of gravid female, lateral view. (B-C) Cephalic end of gravid female, apical and lateral views. (D-E) Anterior end of subgravid and gravid female, dorsoventral and lateral views. (F) Tail of gravid female, lateral view. (G) Tail tip with distinct phasmids, dorsoventral view. (H) Larva from uterus. (I-K) Variation of tail tip in different specimens, lateral views. Scale bars: A = 200  $\mu$ m; B, I-K = 30  $\mu$ m; C-G = 50  $\mu$ m; D-F, H = 100  $\mu$ m. (A-G, I-K from *Anguilla obscura*; H from *A. reinhardtii*.)

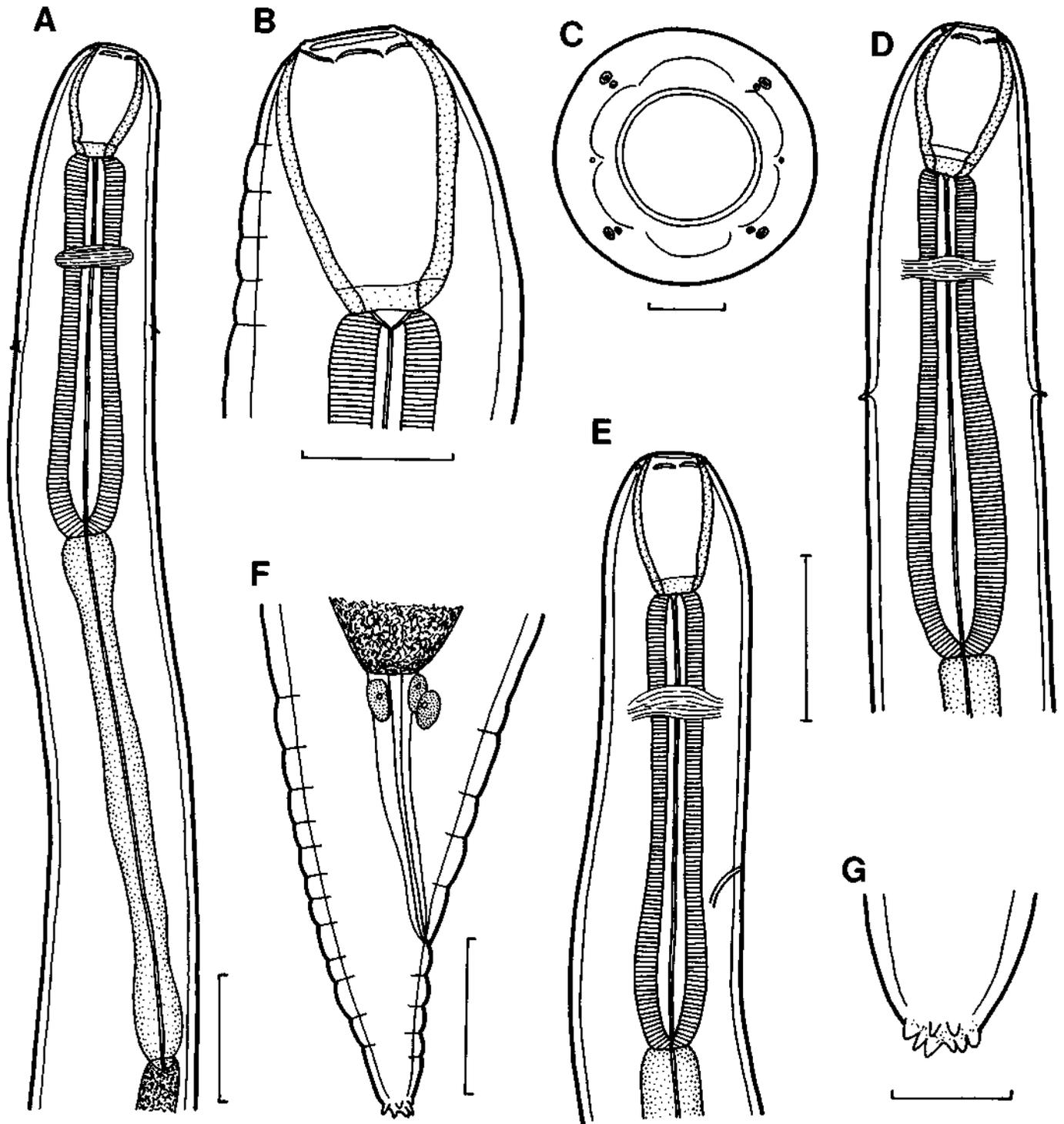


FIGURE 2. *Procammallanus (Procammallanus) pacificus* n. sp. gravid female specimens from Fiji Islands. (A) Anterior end, dorsoventral view. (B-C) Cephalic end, lateral and apical views. (D-E) Anterior end, dorsoventral and lateral views. (F) Tail, lateral view. (G) Tip of tail. Scale bars: A, D, E = 200  $\mu$ m; B, F = 100  $\mu$ m; C, G = 30  $\mu$ m. (All specimens from *Anguilla* sp. [cf. *obscura*]).

612-694 (612) [625-653] long and 126-144 (126) [117-129] at maximum width, its posterior end somewhat expanded. Glandular esophagus narrow, nearly cylindrical with distinctly expanded posterior and sometimes also anterior ends; its length 789-911 (911) [816-870], maximum width 111-126 (126) [117]. Length ratio of muscular: glandular parts of esophagus 1:1.3-1.5 (1:1.5) [1:1.3-1.4]. Length of entire esophagus and buccal capsule representing 8-10% (10%) [12-14%] of body

length. Deirids simple, stick-shaped, narrow (Fig. 3D), situated posterior to nerve ring, 394-558 (558) [340] from anterior end of body. Nerve ring and excretory pore 299-354 (299) [299-313] and 571-653 (571) [435-503] from anterior extremity. Vulva postequatorial, 8.85-9.62 mm (8.85 mm) [6.81-7.68 mm] from anterior extremity, at 52-54% (54%) [56-59%] of body length, with somewhat elevated anterior lip. Vagina directed posteriorly from vulva. Uterus containing numerous larvae

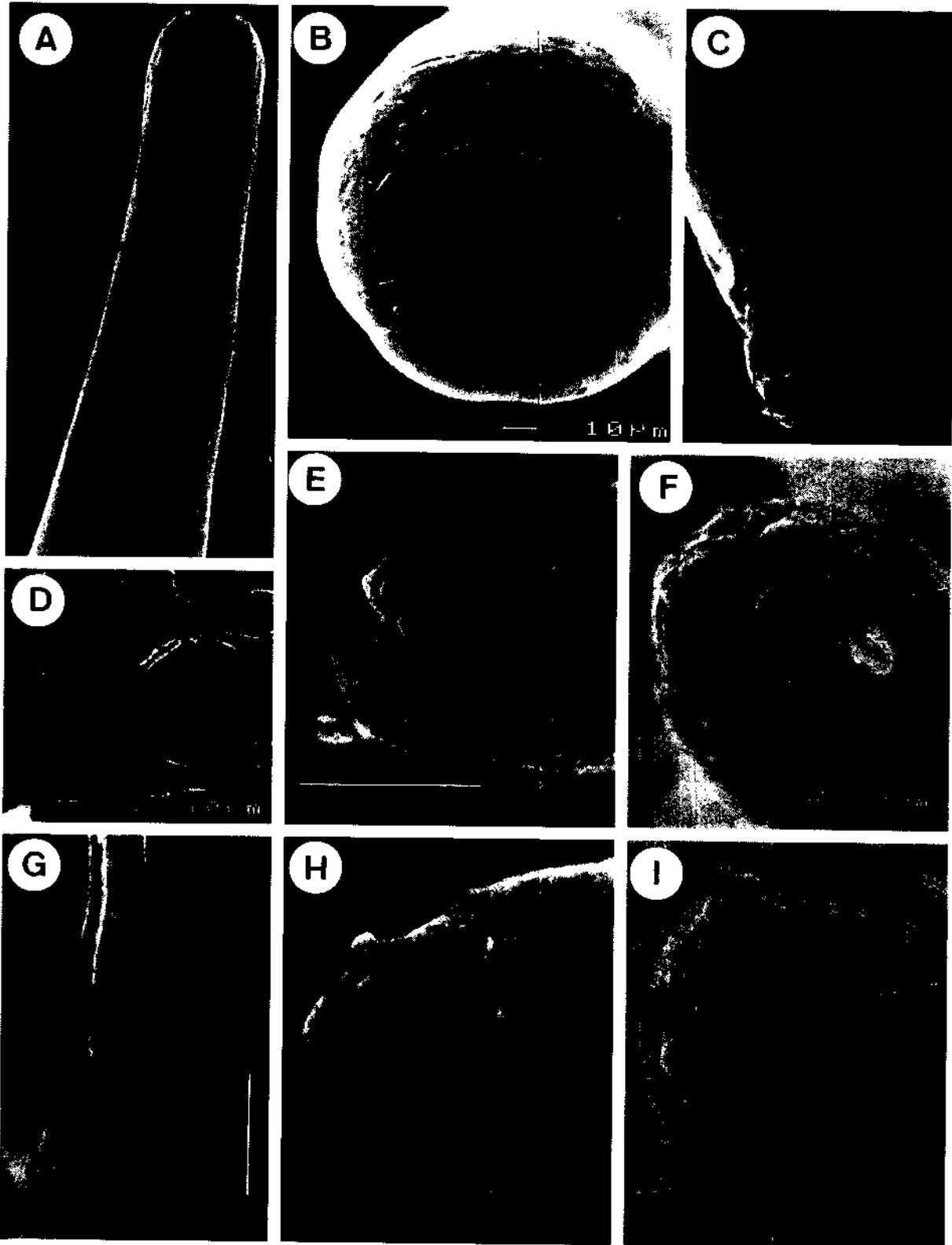


FIGURE 3. *Procamallanus (Procamallanus) pacificus* n. sp., SEM micrographs of females from *Anguilla obscura* from New Caledonia. (A) Anterior end. (B) Cephalic end, apical view. (C) Tail, ventral view. (D) Deirid. (E-F) Tail tip, lateral and apical views. (G) Detail of cephalic papillae. (H-I) Tail tip of another specimen, lateral and apical views (mucrons indicated by arrows). i = inner cephalic papilla; o = outer cephalic papilla.

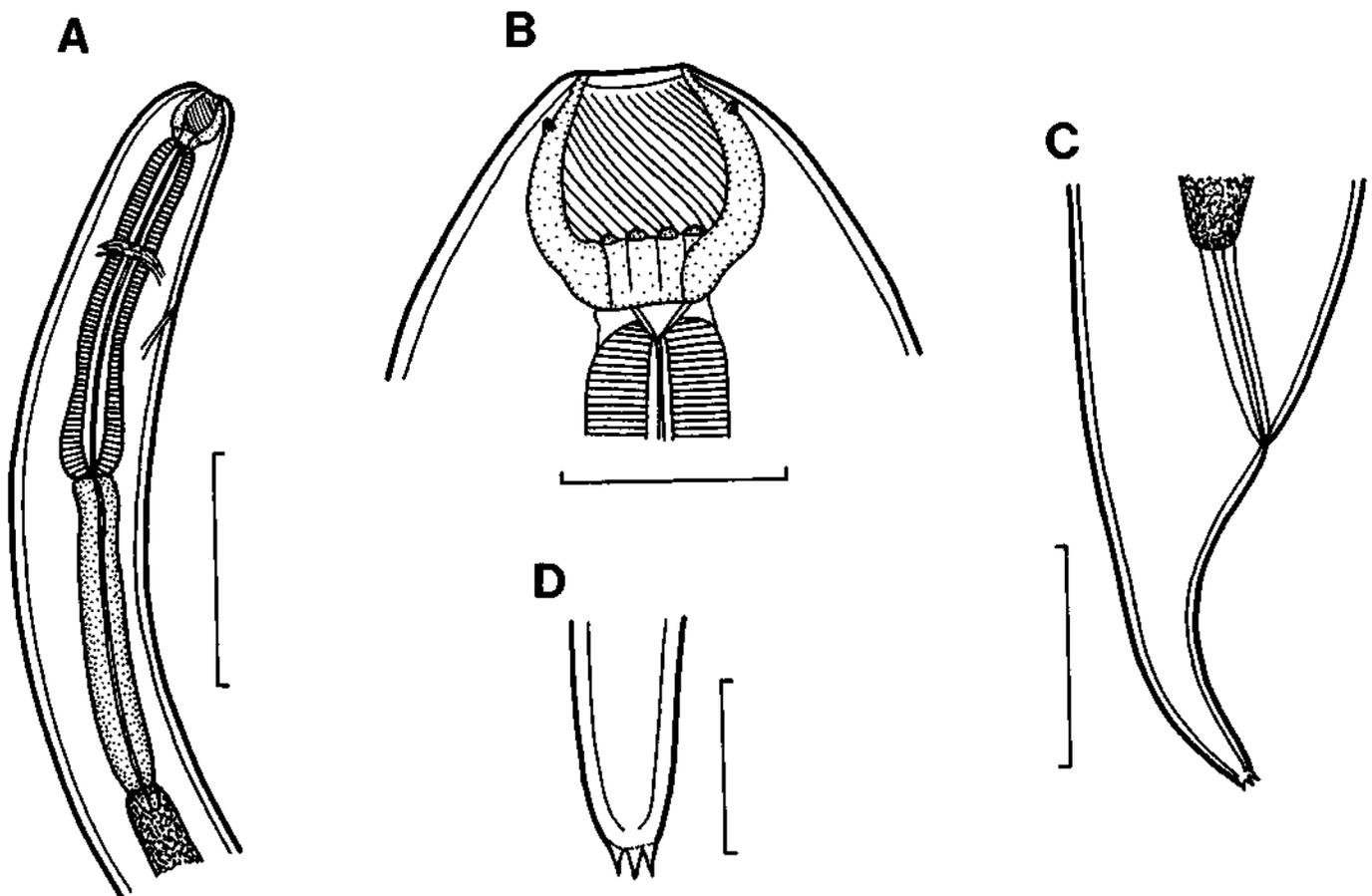


FIGURE 4. *Procammallanus (Spirocammallanus)* sp. third-stage larva from the intestine of *Anguilla* sp. (cf. *obscura*) from Fiji Islands. (A) Anterior end, lateral view. (B) Cephalic end, lateral view. (C) Tail, lateral view. (D) Tip of tail. Scale bars: A = 200  $\mu$ m; B = 50  $\mu$ m; C = 100  $\mu$ m; D = 30  $\mu$ m.

420–515 (not measured) [423–533] long and 18–21 (not measured) [18–21] wide. Tail conical, 93–117 (93) [105–111] long, with 4–9 (6) [4–8] small processes (mucrons) 6–9 (6) [6–9] long (usually 1 dorsal larger than others) at tip (Figs. 1F, G, I–K; 2F, G; 3E, F, H, I); pair of lateral phasmids present just posterior to middle of tail (Fig. 1F, G).

*Male:* Unknown.

#### Taxonomic summary

*Type host:* Pacific shortfinned eel *Anguilla obscura* Günther, 1872 (Anguillidae, Anguilliformes).

*Other hosts:* Speckled longfin eel, *Anguilla reinhardtii* Steindachner; giant mottled eel *Anguilla marmorata* Quoy et Gaimard; and *Anguilla* sp. (cf. *obscura*) (all Anguillidae, Anguilliformes).

*Site of infection:* Stomach, rarely intestine.

*Type locality:* Swamps near Ponérihouen, east coast of northern New Caledonia. (Holotype collected 10 July 2003.)

*Other localities:* Pouembout River near Pouembout, northern New Caledonia (*A. obscura*, *A. reinhardtii*); Vainifao River (14°30'74"S, 178°14'28"W), Futuna Island (Wallis and Futuna Islands) (*A. marmorata*); and Fiji Islands (*Anguilla* sp. [cf. *obscura*]) (exact location unknown).

*Prevalence and intensity:* *A. obscura*, New Caledonia: 8 fish infected/10 fish examined; intensity 1–72 (mean 18) nematodes. *A. reinhardtii*, New Caledonia: 3/3; 16–59 (33). *A. marmorata*, Futuna Island: 1/1; 3. *Anguilla* sp., Fiji Islands: unknown; total of 170 nematodes.

*Etymology:* The specific name of this species relates to the geographical region of its distribution.

*Deposition of specimens:* Holotype (JNC 694A) and paratypes (JNC 692A, JNC 693A, JNC 688A, JNC 688B, JNC 690A, JNC 691A, JNC 1273, JNC 1274, JNC 1275, JNC 1276, JNC 1277) deposited in the

Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris; paratypes (N-843) deposited in the Institute of Parasitology, ASCR, České Budějovice.

#### *Procammallanus (Spirocammallanus)* sp. third-stage larva (Fig. 4)

*Description:* Body small, whitish, 3.55 mm long, maximum width 136. Four submedian cephalic papillae visible around oral aperture. Buccal capsule barrel-shaped, thick-walled, length 60, maximum width 54, thickness of its wall 12; basal ring 3 long and 12 wide. Inner surface of anterior portion of capsule with 16 narrow spiral ridges in lateral view. Bottom of capsule provided with 6 distinct teeth around inner anterior rim of basal ring. Capsule connected with esophagus through small funnel with sclerotized wall. Muscular esophagus slightly longer than glandular esophagus, somewhat expanded at posterior end; its length 367, maximum width 69. Glandular esophagus almost cylindrical, 258 long and 45 wide; length ratio of both parts of esophagus 1:1.4. Nerve ring and excretory pore 156 and 192, respectively, from anterior extremity; deirids not found. Tail conical, 174 long, with 3 small cuticular spikes (mucrons) 6 long.

#### Taxonomic summary

*Host:* Eel, *Anguilla* sp. (cf. *obscura*) (Anguillidae, Anguilliformes).

*Site of infection:* Intestine.

*Locality:* Fiji Islands.

*Deposition of specimen:* Institute of Parasitology, ASCR, České Budějovice (catalog number N-441).

## DISCUSSION

*Procamallanus* Baylis, 1923 comprises a large number of species that are parasites mostly of freshwater and marine fishes of the tropical and subtropical regions (De and Moravec, 1980; Andrade-Salas et al., 1994; Rigby, 1999). Three species (*Procamallanus xenopodis* Baylis, 1929, *Procamallanus slomei* Southwell and Kirschner, 1937, and *Procamallanus brevis* Kung, 1948) were described from African frogs, but these were later transferred to a newly established independent taxon, *Batrachocamallanus*, by Jackson and Tinsley (1995); the authors synonymized *P. brevis* with *P. slomei* and assigned to *Batrachocamallanus* with 2 additional species newly described by them from clawed toads (*Xenopus* spp.) in Africa. *Batrachocamallanus* was distinguished from *Procamallanus* only on the basis of a larger number of relatively larger mucrons (5–13 [vs.] 0–3) on the female tail, a comparatively small body size, and the fact that its species are parasitizing amphibians.

However, *Batrachocamallanus siluranae* Jackson and Tinsley, 1995 has recently been found in the polypterid fish (bichir), *Erpetoichthys calabaricus* Smith, from Nigeria (Řehulková et al., 2005) and, as indicated by the present finding of *Procamallanus* specimens from Pacific eels, the number of mucrons may be higher also in *Procamallanus* species parasitic in fish. The body size can hardly be taken for a generic feature. Therefore, in our opinion, *Batrachocamallanus* should be considered a junior synonym of *Procamallanus* and the species described in this genus should be transferred to *Procamallanus* as *Procamallanus siluranae* (Jackson and Tinsley, 1995) n. comb. and *Procamallanus occidentalis* (Jackson and Tinsley, 1995) n. comb.

In having the inner surface of the buccal capsule smooth, without any ornamentations, the nematodes of the present material from Pacific eels are evidently members of *Procamallanus* (*Procamallanus*) in the taxonomic conception of Moravec and Thatcher (1997). Many species of this subgenus were described from freshwater fishes, mostly catfishes, of the Indo-Malaysian region (Sood, 1989), but because of their often inadequate or erroneous descriptions, a conspecificity of many of them can be assumed (De and Moravec, 1980). Only 2 species were described from freshwater fishes in Africa (including Madagascar), 2 from freshwater fishes in South America, and a few species from marine fishes in Africa and Asia (e.g., Ivashkin et al., 1971; Fusco and Overstreet, 1979; Khalil and Polling, 1997; Moravec, 1998).

Although the present material from Pacific eels comprised a total of 450 specimens of *Procamallanus* (277 from New Caledonia, 170 from Fiji, and 3 from Futuna Island) collected in different months, all nematodes were females; no male was found. Most of the females were gravid, containing larvae, but a few juvenile females were present too. This is noteworthy, because such a phenomenon has not yet been observed in any other *Procamallanus* species, although in camallanids generally the males are less frequent than females, particularly in some *Procamallanus* (*Procamallanus*) spp. This suggests that the males of *P. pacificus* n. sp. are extremely rare, although a parthenogenetic development in this species cannot be excluded.

Even though the male of *P. pacificus* remains unknown, this species is easily distinguished from all congeners by the large number (4–9) of mucrons of the female tail tip, except for the

species from amphibians listed previously in *Batrachocamallanus* (see above); in all other *Procamallanus* spp. described from fishes, the female tail tip is either without any mucrons or with 2 or 3 mucrons (specifically constant number), often in form of small conical cuticular spines. *Procamallanus* spp. from African amphibians differ from *P. pacificus* in the markedly small body measurements (body length of gravid female at most 3.5 mm), small buccal capsule (at most 146 µm long) with ornamentations in some species, and in relatively large caudal mucrons in females (Jackson and Tinsley, 1995).

*Procamallanus pacificus* is the second species of the subgenus *Procamallanus* recorded from eels (*Anguilla* spp.). The only other species is *Procamallanus* (*Procamallanus*) *armatus* Campana-Rouget and Therezien, 1965 reported from the stomach of *Anguilla australis* Richardson (probably misidentified, because this species does not occur in Madagascar—see Froese and Pauly, 2005) in Lake Kinkony, Madagascar (Campana-Rouget and Therezien, 1965). *Procamallanus armatus* differs from *P. pacificus* mainly in possessing only 3 mucrons on the female tail tip (but no caudal mucrons were observed in the female of *P. armatus* borrowed from the MNHN, Paris and its buccal capsule was relatively shorter than illustrated).

The mature specimens of *P. pacificus* from *A. obscura* were generally larger than the conspecific specimens from *A. reinhardtii* from the same New Caledonian locality (see the description); larger specimens were also found in *Anguilla* sp. (probably *A. obscura*) from Fiji (Table I). This may indicate that *A. obscura* is a more suitable host for this parasite than is *A. reinhardtii*, although the prevalence and the intensity was also high in the latter. Because the New Caledonian infected eels and the eel from Futuna Island all came from the freshwater localities (the origin of the eel from Fiji is unknown) and some of them were kept in a tank for 1 yr before their examination, it indicates that *P. pacificus* is a freshwater nematode parasite. The life cycles of *Procamallanus* spp. last a few months in known cases (e.g., Li, 1935; Moravec, 1975; De, 1995; Moravec et al., 1995).

There are plans to establish a commerce of wild eels on a more regular basis in northern New Caledonia. However, there might be a danger of introducing *P. pacificus* with the export of eels from Melanesia and Polynesia to Asia or to other continents, where this parasite might become a serious pathogen, especially for the cultured eels. The record of *P. pacificus* from 3 species of Pacific eels indicates that it can infect and reproduce also in other species of *Anguilla*, as was found, for example, in the case of *Anguillicola* spp. (see Kuwahara et al., 1974; Paggi et al., 1982; Johnson et al., 1995; Taraschewski et al., 2005) and some other eel parasites introduced into other continents.

*Procamallanus* spp., along with all other camallanids, are blood-feeders and may cause severe damage to heavily infected fish. For example, heavy infection with *Procamallanus guttatus* Andrade-Salas et al., 1994 was recorded by Machida and Taki (1985) in the reared orange-spotted spinefoot, *Siganus guttatus* (Bloch), examined from a fish farm in the Philippines; they mentioned that heavy infection by this parasite may be a cause of death in cultured fish. Heavy infections with this parasite in cultured *S. guttatus* cause problems also in the fish hatchery of SEAFDEC AQD in Tigbauan, Philippines (Moravec et al., 2004). Therefore, with respect to *P. pacificus*, any

TABLE I. Comparison of measurements of gravid females of *Procamallanus pacificus* from 3 localities.

Locality	New Caledonia	Fiji Islands	Futuna Island
No. of specimens	15	10	1
Body length	12.24–18.54 mm	14.85–19.67 mm	14.91 mm
Body width	229–517	381–435	367
Buccal capsule length	159–183	189–201	183
Buccal capsule width	108–132	117–129	135
Width/length ratio of buccal capsule	1:1.3–1.5	1:1.5–1.6	1:1.4
Muscular esophagus length	612–694	639–666	639
Glandular esophagus length	789–911	884–966	884
Muscular/glandular esophagus ratio	1:1.3–1.5	1:1.4–1.5	1:1.4
Deirids	340–558	476–554	422
Nerve ring	299–354	272–313	340
Excretory pore	435–653	517–585	503
Vulva from anterior end	6.81–9.62 mm	8.02–10.74 mm	8.09 mm
% of vulva distance from anterior end	52–59%	54–55%	54%
Length of tail	93–117	120–153	132
No. of caudal mucrons	4–9	6–7	5
Hosts	<i>Anguilla obscura</i> <i>Anguilla reinhardtii</i>	<i>Anguilla</i> sp. (cf. <i>obscura</i> )	<i>Anguilla marmorata</i>

attempts to cultivate and export eels in the region of South Pacific should be accompanied by further parasitological research.

The third-stage larva of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) sp. from the intestine of *Anguilla* sp. from Fiji Islands is remarkable in that it possesses distinct teeth in the buccal capsule that resemble those in the larva of the same stage in *Camallanus* Railliet and Henry, 1915. To date, no *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) species have been recorded from eels (*Anguilla* spp.).

#### ACKNOWLEDGMENTS

Yann Pellequer (Direction du Développement Économique et de l'Environnement, Province Nord, Poindimié, New Caledonia) kindly provided the eels from Pouembout and Ponérihouen. Dr. Christine Pöhlbauer (Erbio, Nouméa, New Caledonia) kindly organized 2 electro-fishing expeditions to the La Foa and Dumbéa rivers, and is thanked for her collaboration, fish identification and fruitful discussions. Julie Mounier, Anaïs Guérin, Audrey Guillou, Charles Beaufère, and Eric Bureau, students, participated in the fishing expeditions and parasitological surveys. Angelo Di Matteo (IRD, Nouméa) is thanked for technical help. We are grateful to Jimmy Cassone, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, for sending the paratype of *Procamallanus armatus*. Thanks are also due to the staff of the Laboratory of Electron Microscopy of the Institute of Parasitology, ASCR, in České Budějovice for their technical assistance and to Irena Husáková from the Department of Helminthology of the same institute for her help with the preparation of illustrations. This study was partly supported by grant 524/06/0170 from the Grant Agency of the Academy of Sciences of the Czech Republic and by the research project (Z60220518) of the Institute of Parasitology, Academy of Sciences of the Czech Republic. The work in Futuna Island was financially supported by the French Ministry of Overseas Territories.

#### LITERATURE CITED

- ANDRADE-SALAS, O., R. F. PINEDA-LÓPEZ, AND L. GARCÍA-MAGAÑA. 1994. *Spirocamallanus rebecca* sp. n. (Nematoda: Camallanidae) from freshwater fishes in south-eastern Mexico. *Folia Parasitologica* **41**: 259–270.
- CAMPANA-ROUGET, Y., AND Y. THEREZIEN. 1965. Un nouveau *Procamallanus* (Nematoda, Camallanidae) chez une anguille de Madagascar. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée* **40**: 165–170.
- DE, N. C. 1995. On the development and life cycle of *Spirocamallanus mystii* (Nematoda: Camallanidae). *Folia Parasitologica* **42**: 135–142.
- , AND F. MORAVEC. 1980. Redescription of the nematode *Procamallanus spiculogubernaculus* with notes on related forms. *Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovacae* **44**: 81–91.
- FROESE, R., AND D. PAULY. 2005. FishBase. World Wide Web electronic publication, Available at: [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org). Accessed January 2005.
- FUSCO, A. C., AND R. M. OVERSTREET. 1979. Two camallanid nematodes from Red Sea fishes including *Procamallanus elatensis* sp. nov. from siganids. *Journal of Natural History* **13**: 35–40.
- IVASHKIN, V. M., A. A. SOBOLEV, AND L. A. KHROMOVA. 1971. Camallanata of animals and man and the diseases caused by them. *Osnovy nematodologii* **22**. Nauka, Moscow, Russia, 388 p. [In Russian.]
- JACKSON, J. A., AND R. C. TINSLEY. 1995. Representatives of *Batrachocamallanus* n. g. (Nematoda: Procamallaninae) from *Xenopus* spp. (Anura: Pipidae): Geographical distribution, host range and evolutionary relationships. *Systematic Parasitology* **31**: 159–188.
- JOHNSON, S. K., L. T. FRIES, J. WILLIAMS, AND D. G. HUFFMAN. 1995. Presence of the parasitic swim bladder nematode, *Anguillicola crassus*, in Texas aquaculture. *World Aquaculture* **26**: 35–36.
- KHALIL, L. F., AND L. POLLING. 1997. Check list of the helminth parasites of African freshwater fishes. 2nd ed. University of the North, Pietersburg, Republic of South Africa, 185 p.
- KUWAHARA, A., A. NUMI, AND H. ITAGAKI. 1974. Studies on a nematode parasitic in the air bladder of the eel. I. Description of *Anguillicola crassa* n. sp. (Philometridea, Anguillicolidae). *Japanese Journal of Parasitology* **23**: 275–279.
- LI, H. C. 1935. The taxonomy and early development of *Procamallanus fulvidraconis* n. sp. *Journal of Parasitology* **21**: 102–113.
- MACHIDA, M., AND Y. TAKI. 1985. A new species of *Spirocamallanus* (Nematoda, Camallanidae) from rabbitfish in the Philippines. *Bulletin of the National Science Museum, Series A* **11**: 53–56.
- MORAVEC, F. 1975. The development of *Procamallanus laeviconchus* (Wedl, 1862) (Nematoda: Camallanidae). *Acta Societatis Zoologicae Bohemoslovacae* **39**: 23–38.
- . 1998. Nematodes of freshwater fishes of the Neotropical region. Academia, Prague, Czech Republic, 464 p.
- , E. R. CRUZ-LACIERDA, AND K. NAGASAWA. 2004. Two *Procamallanus* spp. (Nematoda, Camallanidae) from fishes in the Philippines. *Acta Parasitologica* **49**: 309–318.
- , E. MENDOZA-FRANCO, J. VARGAS-VÁZQUEZ, AND C. VIVAS-

- RODRÍGUEZ. 1995. Studies on the development of *Procamallanus* (*Spirocamallanus*) *rebecae* (Nematoda: Camallanidae), a parasite of cichlid fishes in Mexico. *Folia Parasitologica* **42**: 281–292.
- , AND V. E. THATCHER. 1997. *Procamallanus* (*Denticamallanus* subgen. n.) *dentatus* n. sp. (Nematoda: Camallanidae) from the characid fish, *Bryconops alburnoides*, in the Brazilian Amazon. *Parasite* **4**: 239–243.
- PAGGI, L., P. ORECCHIA, R. MINERVINI, AND S. MATTIUCI. 1982. Sulla comparsa di *Anguillicola australiensis* Johnston e Mason, 1940 (Dracunculoidea: Anguillicolidae) in *Anguilla anguilla* del lago di Bracciano. *Parassitologia* **24**: 139–144.
- ŘEHULKOVÁ, E., V. BARUŠ, AND M. GELNAR. 2005. Two remarkable nematodes from the African reedfish *Erpetoichthys calabaricus* (Polypoteriformes: Polypoteridae). *Helminthologia* **42**: 149–153.
- RIGBY, M. C. 1999. The Camallanidae (Nematoda) of Indo-Pacific fishes: Taxonomy, ecology and host-parasite coevolution. In: *Proceedings of the 5th Indo-Pacific Fish Conference*. Serét B. and Sire J.-Y. (eds.). Nouméa, 1997. Société Française de Ichtyologie, Paris, France, p. 633–644.
- SOOD, M. L. 1989. *Fish nematodes of South Asia*. Kalyani Publishers, New Delhi—Ludhiana, India, 689 p.
- TARASCHEWSKI, H., J. BOOMKER, K. KNOFF, AND F. MORAVEC. 2005. *Anguillicola papernai* (Nematoda: Anguillicolidae) and other helminths parasitizing the African longfin eel *Anguilla mossambica*. *Diseases of Aquatic Organisms* **63**: 185–195.

# *Sicyopus (Smilosicyopus) sasali*, a new species of freshwater goby from Futuna Island (Gobioidei: Sicydiinae)

by

Philippe KEITH (1) & Gérard MARQUET (2)

**ABSTRACT.** - *Sicyopus (Smilosicyopus) sasali* n. sp., a carnivorous freshwater goby, is described from eight specimens (3 males, 5 females) collected in high gradient streams of Futuna Island, situated in the South Pacific, between Samoa and Fiji. *S. Sasali* differs from other species of the subgenus *Smilosicyopus* by the following combination of characters: more scales in lateral series (24-47), transverse back series (3-13) and transverse forward series (0-13); less scales in zigzag series (11-14); a greater length of anal fin; a shorter preanal length; and a shorter caudal peduncle.

**RÉSUMÉ.** - *Sicyopus (Smilosicyopus) sasali*, une nouvelle espèce de gobie d'eau douce de l'île de Futuna (Gobioidei: Sicydiinae).

*Sicyopus (Smilosicyopus) sasali*, n. sp., un gobie carnivore dulçaquicole, est décrit à partir de 8 exemplaires (3 mâles, 5 femelles) collectés dans les rivières de l'île de Futuna, située dans le Pacifique sud, entre les Samoa et Fidji. Cette espèce diffère des autres espèces du sous-genre *Smilosicyopus* par plusieurs caractères : un plus grand nombre d'écailles en ligne latérale (24-47), en série transverse postérieure (3-13) et en série transverse antérieure (0-13) ; moins d'écailles en série zigzag (11-14) ; une nageoire anale plus longue ; une longueur préanale plus courte et un pédoncule caudal plus court.

Key words. - Gobiidae - Sicydiinae - *Sicyopus sasali* - Futuna Island - Freshwater - New species.

During the past 25 years many freshwater gobies, including those of the subfamily Sicydiinae Gill, 1860, usually considered to belong to Gobiidae, have been collected and identified from freshwater streams throughout the tropical Indo-Pacific. Approximately 50 new species of Sicydiinae have been described from the Pacific region since 1979 (Watson *et al.*, 2001).

With the beginning of the studies by the National Museum of Natural History of Paris (MNHN) in freshwaters of Pacific area, many islands have been prospected: New Caledonia (Keith *et al.*, 2000, 2002c; Watson *et al.*, 2001, 2002; Marquet *et al.*, 2003), Vanuatu, French Polynesia (Keith and Vigneux, 2002; Keith *et al.*, 2002a, 2002b, 2004a, 2004b) and, recently, Wallis and Futuna.

The freshwater ichthyofauna of Futuna, a small island situated between Fiji and Samoa, was completely unknown until October 2004, when a freshwater survey was conducted by the University of Perpignan, the MNHN, ETHYCO and the CEMAGREF. This small island (84 km<sup>2</sup>) is partly covered with a primary forest, has a maximum high of 524 m and the rivers are short (maximum 3 km long). During this study, 18 species of freshwater fishes were found and, among them, a new species of *Sicyopus*.

Watson (1999) recently defined three subgenera (*Juxtastiphodon*, *Smilosicyopus* and *Sicyopus*) as belonging to *Sicyopus* Gill, 1863, based largely on dental characteristics found in both jaws. *Juxtastiphodon* has conical teeth in both

jaws crowded closely together, none recurved and without canines. *Sicyopus* has widely spaced conical teeth in both jaws with most sharply recurved and without canines. *Smilosicyopus* has slightly recurved conical teeth anteriorly in both jaws, laterally needle-like teeth with none recurved, between anterior and lateral teeth, at least one (1-3) canine tooth, well developed in males.

The new species is in the subgenus *Smilosicyopus*, which currently includes *Sicyopus (Smilosicyopus) leprurus* Sakai & Nakamura, 1979; *Sicyopus (Smilosicyopus) bitaeniatus* Maugé, Marquet & Laboute, 1992; *Sicyopus (Smilosicyopus) fehlmanni* Parenti & Maciolek, 1993; *Sicyopus (Smilosicyopus) mystax* Watson & Allen, 1999 and *Sicyopus (Smilosicyopus) chloe* Watson, Keith & Marquet, 2001. *Smilosicyopus* is known from the Andaman Islands (Indian Ocean) to the Marquesas Islands and southern Japan to New Caledonia in swift clear, high gradient streams with rocky and boulder strewn bottoms.

The purpose of the current study is to provide a description of *Sicyopus (Smilosicyopus) sasali* n. sp., a freshwater goby found in Futuna Island.

## METHODS

Methods follow Watson (1995). Measurements were taken with a dial caliper to the nearest tenth of a millimetre.

(1) Muséum national d'Histoire naturelle, Ichtyologie, CP 026, 43 rue Cuvier, 75231 Paris CEDEX 05, FRANCE. [keith@mnhn.fr]

(2) 18 rue des Papangues, Plateau caillou, 97460 St-Paul, LA RÉUNION.

All counts were taken from the right side. The size is given in standard length (SL). Teeth were counted to the right of symphysis. Abbreviations for institutions and collections cited follow Leviton *et al.* (1985), except LICPP, which is now BLIH (Biological Laboratory, Imperial Household, Akasaka Imperial Palace, Tokyo) and CMK (Collection of Maurice Kottelat, Cornol, Switzerland). Abbreviations for the cephalic sensory pore system follow Akihito (1986).

### Comparative material

*Sicyopus (Smilosicyopus) bitaeniatus* Maugé, Marquet & Laboute, 1992. - Marquesas Islands: MNHN 1992-113, female (34.4 mm), MNHN 1992-115, 2 males, 8 females (21.3-33.6 mm); Hiva Oa: Vaioa River, 7 Jan. 1987, G. Marquet coll. - MNHN 1992-114, 2 females, 1 unsexed (26.2-28.8 mm); Ua Pou: Paaumea River, 22 Dec. 1986, G. Marquet coll. - MNHN 2004-1277, 15 ex.; Hiva Oa: Vaioa River, 13 Feb. 2000, Keith *et al.* coll.

*Sicyopus (Smilosicyopus) fehlmanni* Parenti & Maciolek, 1993. - Caroline Islands: Belau, Babelthuap Island, CAS-SU 52024, 13 males, 20 females, 1 juvenile (15.4-40.2 mm); south fork Arakitaoch Stream, 2.2 km southeast of Ngarekeai Village, 26 Nov. 1956, Sumang *et al.* coll. - CAS-SU 69693, 16 males, 29 females (18.9-33.4 mm); Ngardmau Municipality: north fork Amekaud River, 10 Oct. 1957, Sumang *et al.* coll.

*Sicyopus (Smilosicyopus) leprurus* Sakai & Nakamura, 1979. - Japan: Ryukyu Islands, Okinawa Prefecture, Ishigaki Island, BLIH 1983170, 5 males, 1 female (31.9-41.4 mm), Ishigaki City: Ara River, 10 Jul. 1983. - BLIH 1986407, male (30.5 mm), Ishigaki City: Ara River, 9 Sept. 1986. - BLIH 1987587, female (31.8 mm), Ishigaki City: Ara River, 10 Oct. 1987. - BLIH 1989135, male (29.5 mm). - BLIH 1989136, female (33.2 mm), Ishigaki City: Ara River, 17 Oct. 1989. - BLIH 1990727, female (30.1 mm), Ishigaki City: Ara River, 6 Oct. 1990. - NSMT P.28619, 2 males, 2 females; Ishigaki Island: Arakawa River, 2 Sept. 1974. - URM P4529, female (30.1 mm), 4 Sept. 1982.

*Sicyopus (Smilosicyopus) chloe* Watson, Keith & Marquet, 2001. - New Caledonia, MNHN 1996-262, male (33.9 mm), Wé Tite River, 23 Sept. 1991, PEDCAL coll. - BPBM 37406, female (32.4 mm), Cascade de Tao, 9 Oct. 1996, G. Marquet coll. - MNHN 1996-263, male (31.6 mm), Wé Tite River, 23 Sept. 1991, PEDCAL coll. - MNHN 2000-670, 2 females (25.9-34.3 mm), Cascade de Tao; 3 Apr. 1999, Chloé I Expedition. - SMF 28325, 2 females (26.8-32.3 mm), Cascade de Tao, 14 Dec. 1996, G. Marquet coll. - MNHN 2000-671, male (40.4 mm), Kokengoné River, 28 Oct. 1999, Chloé II Expedition. - MNHN 2000-672, 3 males, 3 females (24.0-27.9 mm), Tibarama River, station 3, 26 Oct. 1999, Chloé II Expedition. - MNHN 2000-673, female (21.2 mm), Narûma River, 26 Oct. 1999, Chloé II Expedition. - MNHN 2000-674, 1 male, 4 females (23.1-42.5 mm), tributary of Napoémien north of Napwéimié near Poindimié, 28 Oct. 1999, Chloé II Expedition. - UF 112009, 1 male, 1 female (31.4-33.1 mm), tributary of Napoémien north of Napwéimié near Poindimié, 4 Apr. 1999, Chloé I Expedition.

*Sicyopus (Smilosicyopus) mystax*, Watson & Allen, 1999. - Indonesia: Irian Jaya, MZB 9221, male (33 mm), Aiyindor River, 12 Jan. 1997, Allen coll. - WAM P.31262-004, 2 males, 2 females (30.4-40.4 mm).

*S. mystax* differs from all other *Sicyopus (Smilosicyopus)* including *S. sasali* in having 14 pectoral rays *versus* 15, and

in having no sexual dimorphism in jaw length; it is not included in tables I-IV.

### *SICYOPUS (SMILOSICYOPUS) SASALI*, N. SP.

(Figs 1-3, Tabs I-IV)

#### Material examined

Eight specimens from Vanifao River of Futuna Island, totalling 3 males, 5 females, size range 26.41-43.51 mm SL

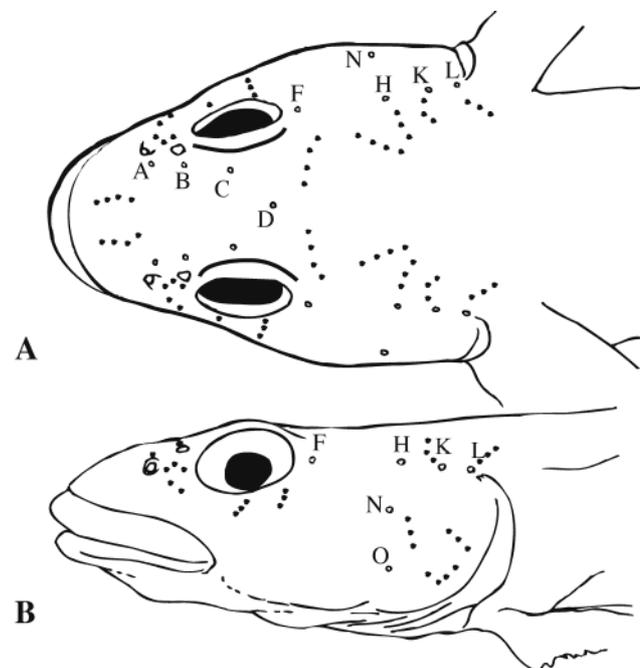


Figure 1. - Diagrammatic illustration of the head in *Sicyopus sasali* (MNHN 2004-3170) showing head pores and sensory papillae. **A**: Dorsal view; **B**: Lateral view. Scale bar = 5 mm. [Tête de *Sicyopus sasali* montrant les pores céphaliques et les papilles sensorielles. **A** : Vue dorsale ; **B** : Vue latérale. Échelle = 5 mm.]

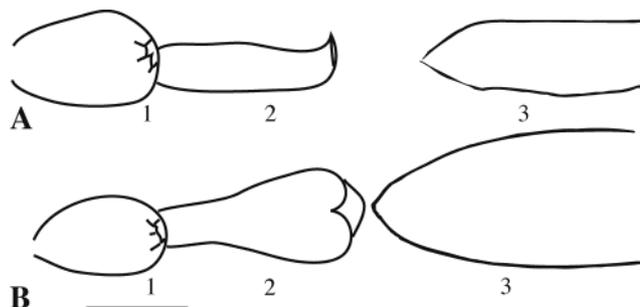


Figure 2. - Diagrammatic illustration of the urogenital papilla (ventral view) in *Sicyopus sasali*. **A**: Male (holotype, MNHN 2004-3170); **B**: Female (MNHN 2004-3171). 1: anus; 2: urogenital papilla; 3: anal fin. Scale bar = 1 mm. [Illustration de la papille urogénitale (vue ventrale) chez *Sicyopus sasali*. **A** : Mâle ; **B** : Femelle. 1 : anus ; 2 : papille urogénitale ; 3 : nageoire anale. Échelle = 1 mm.]

Table I. - Number of upper jaw teeth in *Sicyopus sasali* and related species. M: male; F: female. [Nombre de dents à la mâchoire supérieure chez *Sicyopus sasali* et chez les espèces proches. M : mâle ; F : femelle.]

	Upper jaw teeth													
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<i>S. sasali</i> M							1	-	2					
<i>S. sasali</i> F				1	-	-	2	-	1					
<i>S. chloe</i> M				1	1	2	1	-	-	1	2			
<i>S. chloe</i> F		1	4	1	3	4	1							
<i>S. bitaeniatus</i> M						1	-	-	-	-	1			
<i>S. bitaeniatus</i> F					3	1	1	3	1	2	-	-	-	1
<i>S. fehlmanni</i> M		1	4	2	8	4	2	5	3	1				
<i>S. fehlmanni</i> F	1	5	8	11	12	5	7	2	4					
<i>S. leprurus</i> M		2	2	4	1	-	1							
<i>S. leprurus</i> F	1	-	1	-	3	2								

(30.3-51 mm (TL)), largest male 41.4, largest female 43.51 mm SL.

*Holotype*. - MNHN 2004-3170, male, Vanifao River, 147 m high, S 14.28339-W 178.13614, 15 Oct. 2004, Keith, Marquet, Sasal and Labrousse coll.

*Paratypes*. - MNHN 2004-3171, 2 males, 5 females, same data as holotype.

**Diagnosis**

A *Sicyopus* (*Smilosicyopus*) species, which is distinguished from the other species by the following set of characters: 15 pectoral rays; numerous scales in lateral series (24-47), transverse back series (3-13) and transverse forward series (0-13); few scales in zigzag series (11-14); a long second dorsal fin in males and a long anal fin; a short caudal peduncle and a short preanal length. A first large longitudinal black band from mouth to pectoral fin and from base of pectoral fin to caudal fin, a second from eye to pectoral fin and a third one in predorsal area.

**Description**

Scale counts in *S. sasali* and related species are given in table II, number of upper jaw teeth in table I, morphometrics in table III and fin length in table IV. Below, the holotype counts are given first, followed, in brackets, by the paratypes counts.

Dorsal fins D VI-I, 9 (VI-I, 9 (7)), spines 5-6 slightly filamentous in males and not in females, first dorsal fin not contacting second dorsal fin basally. Anal fin I,10 (I,9 (1), I,10 (6)). Pectoral fin rays 15, posterior margin rounded in female, pointed in male. Caudal fin 13 (13 (7)) branched rays, posterior margin rounded. Pelvic disc with 1 spine and 5 strongly branched rays, disc adherent to abdomen between fifth rays only. Scales in lateral series 30 (24-47) (Tab. II), may extend midlaterally over the origin of second dorsal fin and posteriorly to hypural base, scales usually cycloid, scales along dorsum usually

extend anteriorly along medial base of second dorsal fin (may extend to base of first dorsal fin). Scales in zigzag series 11 (11-14), transverse back series 11 (3-13), transverse forward series 0 (0-13) (Tab. II). Predorsal midline usually naked (one specimen (female) with 4 predorsal scales). Head, breast, belly and pectoral base, naked. Upper jaw teeth mostly conical (range 15-20), 2 or 3 canines present laterally, females modally with fewer teeth than males. Lower jaw teeth conical (range 9-12), single canine tooth usually present laterally (1-2), females modally with fewer teeth than males (Tab. I). Cephalic sensory pore system A, B, C, D, F, H, K, L, N and O, D singular, with all others paired, oculoscapular canal separated into anterior and posterior canals

between pores H and K (Fig. 1). Cutaneous sensory papillae developed on the head. Figure 2 gives the diagrammatic illustration of urogenital papilla. Urogenital papilla in male long and thin with a fairly pointed to rounded tip. Urogenital papilla in female with two lobes.

**Colour in preservative**

Sexual dichromatism not well developed.

*Males*. - Background of head and body greyish. Body blackish dorsal to midline, caudal peduncle blackish, body ventral to midline whitish. Blackish band posterior to eye and dorsal to pectoral base. Nape greyish with anterior to first dorsal fin a short blackish band. From tip of snout and upper lip a blackish band extending to posterior edge of opercle and pectoral base. From pectoral base a blackish band extending to caudal fin. Snout dusky. First and second dorsal fins slightly dusky, distal margin slightly dusky. Caudal fin with blackish medial band from base extending to half of posterior edge. Anal fin clear basally becoming slightly dusky distally with blackish margin. Pelvic disc clear with some dusky pigment. Pectoral fin with blackish band medially becoming slightly dusky distally, ventrally and dorsally mostly without pigment. Pectoral base blackish medially, slightly dusky dorsally and ventrally.

*Females*. - Background of head and body greyish, laterally with evenly spaced dusky bars becoming blackish midlaterally. First dorsal fin dusky. Nape slightly dusky with anterior to first dorsal fin a short blackish band. Blackish band posterior to eye and dorsal to pectoral base. Background of head greyish, a blackish medially bar from tip of snout and upper lip to posterior edge of opercle and pectoral base. From pectoral base a blackish band extending to caudal fin. Ventrally head mostly without pigment. First and second dorsal fins slightly dusky. Anal fin with rays and spine mostly without pigment, membrane clear. Pelvic disc clear. Pectoral fin rays dusky. Pectoral base slightly dusky.

Table II. - Scale counts in *Sicyopus sasali* and related species. [Nombre d'écaillés dans les diverses séries chez *Sicyopus sasali* et chez les espèces proches.]

	Lateral series																																					
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47		
<i>S. sasali</i>													1	1	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	
<i>S. chloe</i>	1	-	1	1	2	2	2	3	-	3	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>S. bitaeniatus</i>																			1	2	1	-	1	-	2	1	2	1	-	1	-	-	-	-	-	1		
<i>S. fehlmanni</i>				9	5	4	8	8	6	4	6	6	4	8	4	-	-	1	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>S. leprurus</i>					1	2	2	1	-	1	5	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

	Transverse series back																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<i>S. sasali</i>					1	-	-	-	-	1	-	-	3	-	2								
<i>S. chloe</i>	20	-	1	1																			
<i>S. bitaeniatus</i>	15			2			1																
<i>S. fehlmanni</i>	49	-	1	7	2	3	2	-	1	1	4	1	2	1	1	-	1	1	-	-	1	1	1
<i>S. leprurus</i>	16	-	-	-	-	-	1																

	Zigzag series											Transverse series forward															
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>S. sasali</i>				1	4	-	2							2	-	-	1	-	2	-	-	1	-	-	-	-	1
<i>S. chloe</i>				1	2	6	3	6	2					21	-	-	1										
<i>S. bitaeniatus</i>								2	6	1	3	-	1	14		1	2										
<i>S. fehlmanni</i>	2	15	16	26	12	8								64	3	3	3	2	4								
<i>S. leprurus</i>		1	1	2	3	6	3							16	-	-	-	-	-	-	-	1					

Table III. - Morphometrics in *Sicyopus sasali* and related species expressed to the nearest whole percent of standard length. M: male; F: female. [Mesures morphométriques chez *Sicyopus sasali* et chez les espèces proches exprimées en pourcentage de la longueur standard et arrondies au nombre entier le plus proche. M : mâle ; F : femelle.]

	Predorsal length										Caudal peduncle depth					Body depth at second dorsal fin origin in males						
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	7	8	9	10	11	9	10	11	12	13	14	
<i>S. sasali</i>				1	-	2	2	1	1	1		1	3	2	2		1	-	-	-	2	
<i>S. chloe</i>				2	3	9	2	5	-	1		2	11	9			2	2	4			
<i>S. bitaeniatus</i>				4	-	3	3	4				1	3	10				1	1			
<i>S. fehlmanni</i>				4	8	19	27	12	4	3	1		4	19	39	17		2	12	11	5	
<i>S. leprurus</i>	1	-	2	1	11	2						10	7				1	3	5	1		

	Preanal length													Jaw length					
	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	7	8	9	10	11	12	
<i>S. sasali</i> M			1	-	-	2							<i>S. sasali</i> M				1	2	
<i>S. sasali</i> F				1	-	1	1	-	2				<i>S. sasali</i> F	1	2	2			
<i>S. chloe</i> M						1	2	5					<i>S. chloe</i> M				4	2	2
<i>S. chloe</i> F						1	2	4	2	3	2		<i>S. chloe</i> F	6	5	3			
<i>S. bitaeniatus</i> M					1	-	-	-	1				<i>S. bitaeniatus</i> M				2		
<i>S. bitaeniatus</i> F					1	-	-	2	4	2	2	1	<i>S. bitaeniatus</i> F	1	3	4	4		
<i>S. fehlmanni</i> M		1	-	4	4	11	5	4					<i>S. fehlmanni</i> M		8	19	2	1	
<i>S. fehlmanni</i> F	1	-	-	2	1	8	6	13	15	2	1		<i>S. fehlmanni</i> F	13	31	6			
													<i>S. leprurus</i> M		1	2	1	2	4
													<i>S. leprurus</i> F	5	2				

	Head length							Caudal peduncle length											
	22	23	24	25	26	27	28	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
<i>S. sasali</i>			1	3	3	1		1	2	-	2	2	-	1					
<i>S. chloe</i>			5	7	8	1	1					1	1	2	3	11	2	2	
<i>S. bitaeniatus</i>	1	1	5	1	4	1	1					1	5	6	-	1	-	1	
<i>S. fehlmanni</i>	1	17	21	26	12	1							4	10	28	24	12	1	1
<i>S. leprurus</i>	1	3	5	4	3	1							1	4	6	5	1		



**Distribution**

Known only from streams of Futuna Island from 90 m to 200 m high.

**Ecology**

Like other Sicydiinae, *Sicyopus sasali* is found in clear, high gradient streams with rocky bottom. It lives on the bottom of the river, on top of rocks but it is also often seen swimming in open water in the current between rocks or in large pools.

**Affinities**

*S. sasali* differs from *S. chloe* in having more scales in lateral series (usually 24-47 *versus* 12-37), transverse back series (3-13 *versus* 0-3) and transverse forward series (0-13 *versus* 0), a shorter preanal length in male (56-59 *versus* 59-61) and a short black band on the middle of nape *versus* seven blackish spots on each side of nape. *Sicyopus sasali* differs from *S. leprurus* in having more scales in lateral series (usually 24-47 *versus* 16-35), transverse back series (3-13 *versus* 0) and transverse forward series (0-13 *versus* 0), and more upper jaw teeth in males (18-20 *versus* 13-18). *Sicyopus sasali* differs from *S. bitaeniatus* in having more scales in transverse back series (3-13 *versus* 0-6) and transverse forward series (0-13 *versus* 0-3), less scales in zigzag series (11-14 *versus* 16-21), a shorter preanal length in male (56-59 *versus* 58-62), and a larger anal fin length (34-36 *versus* 28-31). *Sicyopus sasali* differs from *S. fehmanni* in having more scales in lateral series (usually 24-47 *versus* 14-33), and a larger jaw length (10-11 *versus* 8-10). *Sicyopus sasali* differs from all the species by a shorter caudal peduncle length.

**Etymology**

The name of the new species honours Pierre Sasal in appreciation of his extensive collection effort in the fresh waters of Futuna.

**Acknowledgements.** - For help during Futuna expedition : N. Mary (ETHYCO), P. Sasal (University of Perpignan), C. Flouhr (HYTEC), A. Dutartre (CEMAGREF), D. Labrousse (Environmental service of Wallis and Futuna), Vanai Paino (Environmental service of Futuna Wallis and Futuna) and all people of Futuna for their kindness.

**REFERENCES**

- AKIHITO Prince, 1986. - Some morphological characters considered to be important in gobiid phylogeny. *In*: Indo-Pacific Fish Biology: Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Conf. on Indo-Pacific Fishes, pp. 629-639. Tokyo: Ichthyological Society of Japan.
- KEITH P. & E. VIGNEUX, 2002. - Revue des crustacés Atyidae et Palaemonidae de Polynésie française avec description d'une nouvelle espèce de *Macrobrachium*. *Bull. Fr. Pêch. Piscic.*, 364: 121-145.
- KEITH P., WATSON R. & G. MARQUET, 2000. - Découverte d'*Awaous ocellaris* (Broussonet, 1782) (Perciformes, Gobiidae) en Nouvelle-Calédonie et au Vanuatu et conséquences biogéographiques. *Cybium*, 24(4): 350-400.
- KEITH P., VIGNEUX E. & G. MARQUET, 2002a. - Atlas des Poissons et Crustacés d'Eau douce de la Polynésie française. Patrimoines naturels, 55. 175 p. Paris: Muséum national d'histoire naturelle.
- KEITH P., WATSON R.E. & G. MARQUET, 2002b. - *Stiphodon julieni*, a new species of freshwater goby (Teleostei: Gobioidae) from Rapa, French Polynesia. *Bull. Fr. Pêch. Piscic.*, 364: 161-171.
- KEITH P., WATSON R.E. & G. MARQUET, 2002c. - *Stenogobius (Insularigobius) yateiensis*, a new species of freshwater goby from New Caledonia (Teleostei: Gobioidae). *Bull. Fr. Pêch. Piscic.*, 364: 187-196.
- KEITH P., WATSON R.E. & G. MARQUET, 2004a. - *Sicyopterus aiensis*, a new species of freshwater goby from Vanuatu (Teleostei: Gobioidae). *Cybium*, 28(2): 111-118.
- KEITH P., MARQUET G. & R.E. WATSON, 2004b. - *Schismatogobius vanuatuensis*, a new species of freshwater goby from Vanuatu (Teleostei: Gobioidae). *Cybium*, 28(3): 237-241.
- LEVITON A.E., GIBBS R.H., HEAL E. & C.E. DAWSON, 1985. - Standards in herpetology and ichthyology: Part I. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology. *Copeia*, 1985: 802-832.
- MARQUET G., KEITH P. & E. VIGNEUX, 2003. - Atlas des Poissons et des Crustacés d'Eau douce de Nouvelle-Calédonie. Patrimoines naturels, 58. 282 p. Paris: Muséum national d'histoire naturelle.
- WATSON R.E., 1995. - Gobies of the genus *Stiphodon* from French Polynesia, with descriptions of two new species (Teleostei: Gobiidae: Sicydiinae). *Ichthyol. Explor. Freshw.*, 6: 33-48.
- WATSON R.E., 1999. - Two new subgenera of *Sicyopus*, with a redescription of *Sicyopus zosterophorum* (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae). *Aqua, J. Ichthyol. Aquat. Biol.*, 3: 93-104.
- WATSON R.E., KEITH P. & G. MARQUET, 2001. - *Sicyopus (Smilosicyopus) chloe*, a new species of freshwater goby from New Caledonia (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae). *Cybium*, 25(1): 41-52.
- WATSON R.E., KEITH P. & G. MARQUET, 2002. - *Lentipes kaaea*, a new species of freshwater goby from New Caledonia (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae). *Bull. Fr. Pêch. Piscic.*, 364: 173-185.

Reçu le 13 janvier 2005.

Accepté pour publication le 5 septembre 2005.

# *Stenogobius (Insularigobius) keletaona*, a new species of freshwater goby from Futuna Island (Teleostei: Gobiidae)

by

Philippe KEITH (1) & Gérard MARQUET (2)

**ABSTRACT.** - *Stenogobius (Insularigobius) keletaona*, n. sp., a freshwater goby, is described on the basis of six specimens (4 males, 2 females) collected from streams on the island of Futuna, situated in the South Pacific between Samoa and Fiji. It differs from other species belonging to the subgenus *Insularigobius* by a combination of characters including the absence of a short transverse row of sensory papillae in the lower part of the preopercular, the number of scales in lateral series (48-52), the length of the second dorsal, caudal and anal fin in male, the preanal length in male, and the jaw length in female.

**RÉSUMÉ.** - *Stenogobius (Insularigobius) keletaona*, une nouvelle espèce de gobie d'eau douce de l'île de Futuna (Teleostei: Gobiidae).

*Stenogobius (Insularigobius) keletaona*, n. sp., un gobie dulçaquicole est décrit sur la base de six spécimens (4 mâles, 2 femelles) collectés dans les rivières de l'île de Futuna, située dans le Pacifique sud entre les Samoa et Fidji. Il diffère des autres espèces appartenant au sous-genre *Insularigobius* par plusieurs caractères incluant notamment l'absence de rangées transversales de papilles sensorielles dans la partie inférieure du préopercule, le nombre d'écaillés en ligne latérale (48-52), la longueur de la seconde nageoire dorsale, de l'anale et de la caudale chez les mâles, la longueur préanale chez les mâles et la longueur de la mâchoire chez les femelles.

Key words. - Gobiidae - *Stenogobius keletaona* - ISE - Futuna Island - Freshwater - New species.

The freshwater ichthyofauna of Futuna, a little island situated between Fiji and Samoa, was not examined until October 2004, when a freshwater survey was conducted by the University of Perpignan, the National Museum of Natural History of Paris (MNHN), and two other French scientific organisations, ETHYCO and CEMAGREF. Futuna (84 km<sup>2</sup>) is partly covered by primary forest with a maximum altitude of 524 m and has short rivers (maximum 3 km long). During the course of this study 18 species of freshwater fishes were collected, including a new species of *Sicyopus* (Keith and Marquet, 2005) and a new species of *Stenogobius*.

Watson (1991) reviewed the genus *Stenogobius* Bleeker, 1874 and found that species could be differentiated by various proportional measurements and/or by certain zones of squamation. Two distinct groups were identified and as a result *Stenogobius* was divided into two subgenera, *Stenogobius* Bleeker, 1874 and *Insularigobius* Watson, 1991. The subgenus *Stenogobius* has obvious external differences in colour or squamation, while *Insularigobius* has strong sexual dimorphic and dichromatic differences.

The new species of *Stenogobius* from Futuna is assigned to the subgenus *Insularigobius*. It has a broad oblique blackish bar extending from below eye to lower edge of preopercular margin; dorsal and anal fins almost always with 11 rays; pectoral fin rays always 15; jaw length sexually dimor-

phic; spines of first dorsal fin usually same height as second dorsal fin, spines with generally no filaments on males, never filaments on females; species sexually dichromatic.

The subgenus *Insularigobius* is divided into two main groups (Watson, 1991): The *Stenogobius polyzona* species group is known by two species, one from the western Indian Ocean [*Stenogobius polyzona* (Bleeker, 1867)] and the other from southern New Guinea [*Stenogobius beauforti* (Weber, 1908)]; the *S. genivittatus* species group is widely distributed from Indonesia, southern Japan and New Caledonia to the Hawaiian Islands and throughout French Polynesia; it comprises 13 species (Keith *et al.*, 2002). *Stenogobius* n. sp. is assigned to the *S. polyzona* species group because the absence of a short transverse row of sensory papillae in the lower part of the preopercular (*sensu stricto* Watson, 1991).

The purpose of this paper is to describe *Stenogobius (Insularigobius) keletaona*, n. sp., a freshwater goby from Futuna island.

## METHODS

Methods follow those utilised by Watson (1991) and Keith *et al.* (2002). Standard lengths (SL) of specimens are measured with a dial caliper to the nearest tenth of a mil-

(1) Muséum national d'Histoire naturelle, DMPA, CP 026, Laboratoire d'ichtyologie, 43 rue Cuvier, 75231 Paris CEDEX 05, FRANCE. [Keith@mnhn.fr]

(2) BP 75, Passamaïnty, 97605 Mamoudzou, MAYOTTE.

limetre (mm). Jaw length is measured from anterior tip of upper jaw to posterior edge of maxilla. Scales in lateral series from upper pectoral base and along the middle of the body laterally to the central hypural base. Body depth is measured from anterior base of second dorsal fin to belly, this measurement taken only from males as females varies considerably from gravid to non gravid state.

Abbreviations for institutions and collections cited follow Leviton *et al.* (1985). Abbreviations utilised to represent certain physical characteristics and measurements are: A, anal fin; C, caudal fin; D, dorsal fin; LS, scales in lateral series; P, pectoral fin; PD, predorsal midline scale count; TRB, transverse series back, refers to scales counted from the first scale anterior to second dorsal fin, in a diagonal manner, posteriorly and ventrally to the anal fin base or ventralmost scale. TRF, transverse series forward, refers to scales counted from the first scale anterior to second dorsal fin, in a diagonal manner, anteriorly and ventrally to the centre of belly or ventralmost scale. ZZ, zigzag series, refers to

scales on the narrowest region of the caudal peduncle counted from the dorsalmost scale to the ventralmost scale in a zigzag (alternating) manner.

Counts and morphometrics are summarized in tables I, II, III and IV.

Table I. - Scale counts in *Stenogobius (Insularigobius) keletaona* and related species of the *S. polyzona* species group. [Nombre d'écaillés chez *Stenogobius (Insularigobius) keletaona* et chez les espèces proches du groupe *S. polyzona*.]

	Lateral series							
	45	46	47	48	49	50	51	52
<i>Stenogobius</i> n. sp.				1	2	1	1	1
<i>S. beauforti</i>	1	2	4	11	2	1		
<i>S. polyzona</i>			2	11	7	1		

	Predorsal scales						
	13	14	15	16	17	18	19
<i>Stenogobius</i> n. sp.			2	-	1	1	2
<i>S. beauforti</i>	1	1	3	5	3	4	4
<i>S. polyzona</i>			2	12	3	4	

Table II. - Morphometrics in *Stenogobius (Insularigobius)* and related species of the *S. polyzona* species group expressed to the nearest whole percent of standard length. [Caractères morphométriques chez *Stenogobius (Insularigobius) keletaona* et chez les espèces proches du groupe *S. polyzona*, exprimés en pourcentage de la longueur standard (arrondi à l'entier le plus proche).]

	Jaw length in males				
	9	10	11	12	13
<i>Stenogobius</i> n. sp.		1	3		
<i>S. beauforti</i>	2	5			
<i>S. polyzona</i>	2	2	4	3	2

	Jaw length in females				
	6	7	8	9	10
<i>Stenogobius</i> n. sp.	1	1			
<i>S. beauforti</i>			1	7	5
<i>S. polyzona</i>			2	6	

	Caudal peduncle depth in males		
	9	10	11
<i>Stenogobius</i> n. sp.			4
<i>S. beauforti</i>	5	2	
<i>S. polyzona</i>	6	3	4

	Caudal peduncle depth in females			
	8	9	10	11
<i>Stenogobius</i> n. sp.	1	1		
<i>S. beauforti</i>	2	8	2	1
<i>S. polyzona</i>		6	2	

	Caudal peduncle length					
	12	13	14	15	16	17
<i>Stenogobius</i> n. sp.	1	3	2			
<i>S. beauforti</i>		1	8	10	-	1
<i>S. polyzona</i>	1	1	10	5	4	

	Body depth at second dorsal fin origin in males					
	15	16	17	18	19	20
<i>Stenogobius</i> n. sp.				2	2	
<i>S. beauforti</i>			5	1	1	
<i>S. polyzona</i>	1	1	1	4	5	1

	Head length						
	24	25	26	27	28	29	30
<i>Stenogobius</i> n. sp.		3	1	1	1		
<i>S. beauforti</i>	1	2	8	5	2	1	1
<i>S. polyzona</i>		6	7	5	2	1	

	Predorsal length							
	31	32	33	34	35	36	37	
<i>Stenogobius</i> n. sp.			2	2	2			
<i>S. beauforti</i>			2	6	4	5	3	
<i>S. polyzona</i>	1	2	5	7	4	1	1	

	Preanal length							
	51	52	53	54	55	56	57	58
<i>Stenogobius</i> n. sp.	1	-	2	1	1	1		
<i>S. beauforti</i>			2	6	4	6	2	
<i>S. polyzona</i>			1	6	6	4	2	1

	Trunk bars in male							
	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Stenogobius</i> n. sp.							2	2
<i>S. beauforti</i>	1	1	2	2	-	-	1	
<i>S. polyzona</i>					1	7	4	1

	Trunk bars in female							
	0	1	2	3	4	5	6	7
<i>Stenogobius</i> n. sp.				1	1			
<i>S. beauforti</i>			1	3	3	2	5	
<i>S. polyzona</i>	2	1	-	2	1	1	-	1

Table III. - Fin lengths in males *Stenogobius (Insularigobius) keletaona* and related species of the *S. polyzona* species group expressed to the nearest whole percent of standard length. [Longueur des nageoires chez les mâles de *Stenogobius (Insularigobius) keletaona* et chez les espèces proches du groupe *S. polyzona*, exprimée en pourcentage de la longueur standard (arrondi à l'entier le plus proche).]

		Second dorsal fin length																	
		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
<i>Stenogobius</i> n. sp.										1	1	-	-	2					
<i>S. beauforti</i>		1	-	1	-	1	-	1	-	-	-	3							
<i>S. polyzona</i>					1	-	1	1	1	1	2	-	1	1	-	1	1	1	

		Anal fin length												
		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
<i>Stenogobius</i> n. sp.						1	-	-	2	-	1			
<i>S. beauforti</i>		2	-	-	-	1	2	2						
<i>S. polyzona</i>			1	-	1	1	-	2	3	1	1	1	1	1

		Caudal fin length														
		28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
<i>Stenogobius</i> n. sp.		1	1	1	-	1										
<i>S. beauforti</i>		1	-	-	-	1	1	-	-	2						
<i>S. polyzona</i>				1	-	1	-	1	2	-	-	3	1	-	3	1

Table IV. - Fin lengths in females *Stenogobius (Insularigobius) keletaona* and related species of the *S. polyzona* species group expressed to the nearest whole percent of standard length. [Longueur des nageoires chez les femelles de *Stenogobius (Insularigobius) keletaona* et chez les espèces proches du groupe *S. polyzona*, exprimée en pourcentage de la longueur standard (arrondi à l'entier le plus proche).]

		Second dorsal fin length							
		37	38	39	40	41	42	43	44
<i>Stenogobius</i> n. sp.						1	1		
<i>S. beauforti</i>			3	4	3	3			
<i>S. polyzona</i>		2	-	1	1	-	2	2	1

		Anal fin length				
		36	37	38	39	40
<i>Stenogobius</i> n. sp.					1	1
<i>S. beauforti</i>		1	-	7	3	2
<i>S. polyzona</i>		1	4	1	1	1

		Caudal fin length						
		25	26	27	28	29	30	31
<i>Stenogobius</i> n. sp.		1	1					
<i>S. beauforti</i>		1	3	3	5	1		
<i>S. polyzona</i>		1	-	4	1	1	-	1

**Comparative material**

*Stenogobius genivittatus* species group

*Stenogobius (Insularigobius) genivittatus* (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1873). - MNHN A.1344, male (52.0 mm SL), Tahiti; MNHN 1927-140, male (46.9 mm SL), Tahiti; MNHN 1984-804, 3 females (39.3-42.9 mm SL), Tahiti, 1984, G. Marquet; MNHN 1987-926, (21.5-68.9 mm SL), 4 males, 7 females, 1 juvenile, Moorea, Society Islands, April 1986, G. Marquet.

*Stenogobius (Insularigobius) yateiensis* Keith, Watson & Marquet, 2002. - MNHN 2001-1 (holotype), male (67.5 mm SL), Tibarama River, New Caledonia, 26 Oct. 1999, CHLOE 2; MNHN 2001-2, male (55 mm SL), same data as holotype; MNHN 2001-3, male (57.4 mm SL), same data as

holotype; MNHN 2001-4, male (48.7 mm SL), same data as holotype; MNHN 2001-5, female (68.5 mm SL), same data as holotype; MNHN 2001-6, female (61.2 mm SL), same data as holotype.

*Stenogobius polyzona* species group

*Stenogobius (Insularigobius) polyzona* (Bleeker, 1867). - MNHN 1933-51, male (66.2 mm SL), Faraony River, Madagascar; MNHN 1960-226, female (62.4 mm SL), Madagascar; MNHN 1966-993, 9 males, 4 females (35.8-79.6 mm SL), Bakora River, Madagascar; MNHN 1982-127, 1 male, 2 females (44.3-50.8 mm SL), Réunion; MNHN 1984-803, 2 males, 1 female (46.2-74.3 mm SL), Étang Bois rouge, Réunion.

*Stenogobius (Insularigobius) beauforti* (Weber, 1908). - ZMA 110.943, female (24.6 mm SL), syntype, West New Guinea; 9 Jul. 1903, De Beaufort and Lorentz; BMNH 1974.5.24:3543-45, 1 male, 2 females, 1 juvenile (15-45.4 mm SL), Murmass River, Papua New Guinea; USNM 270671, 2 males (36.6-40.2), same collection data as BMNH 1974.5.24:3543-45; AMS I.16668-013, 4 males, 10 females (35.6-49.8 mm SL), Maiwara, Papua New Guinea, 20 Jul. 1969, Talbot.

**STENOGOBIUS (INSULARIGOBIUS) KELETAONA**  
**N. SP.**

(Fig. 1, Tabs I-IV)

**Material examined**

Six specimens from a stream on Futuna, totalling 4 males, 2 females; size range 42.8-56 mm SL, largest male 56 mm, largest female 48.8 mm.

*Holotype*. - MNHN 2005-1976, male (43.2 mm SL), Sausau River (S 14.28846, W 178.16761), Futuna Island, 16



Figure 1. - *Stenogobius (Insularigobius) keletaona*, Futuna Island. **A**: Male (released); **B**: Female. Sausau river, 16/10/04, Keith, Marquet, Sasal, Mary coll. (photos: P. Keith, MNHN). [*Stenogobius (Insularigobius) keletaona*, île Futuna. **A** : Mâle (relâché) ; **B** : Femelle. Rivière Sausau.]

Oct. 2004, (Keith, Marquet, Sasal, Mary, coll.).

*Paratypes*. - MNHN 2005-1977, 2 males, 1 female (42.8-48.8 mm SL), same data as holotype.

*Non types*. - MNHN 2006-752, 1 male, 1 female (48.5-56 mm SL), same data as holotype.

### Diagnosis

A *Stenogobius (Insularigobius)* species, which is distinguished from the other species with the following set of characters: broad oblique blackish bar extending from below eye to lower edge of preopercular margin; dorsal and anal fins almost always with 11 rays; pectoral fin rays always 15; jaw length sexually dimorphic; spines of first dorsal fin usually same height as second dorsal fin, spines with no filaments; species sexually dichromatic; absence of a short transverse row of sensory papillae in the lower part of the preopercular; scales in lateral series (48 to 52); breast scaled; important reddish longitudinal band on outer margin on first and second dorsal fins on males and females; second dorsal, caudal and anal fin length in male, preanal length in male, jaw length in female.

### Description

Scale counts in *Stenogobius* n. sp. and related species are given in table I, morphometrics in table II and fin length in tables III and IV. Below, the holotype counts are given first followed, in brackets, by the paratypes counts, if different.

Body elongate, subcylindrical and slightly compressed; head subcylindrical and slightly compressed; mouth terminal, lower jaw not protruding and slightly oblique; opercle and preopercle without spines and edges smooth. Broad oblique blackish bar extending from below eye to lower edge of preopercular margin.

D VI-I, 11; A I, 11; P 15; LS 50 (48-52); TRB 12 (11-12); TRF 13 (11-13); ZZ 8 (8-10); PD fully scaled, 19 (15-19); C 13; cheek naked; opercle usually naked; upper pectoral base and lower pectoral base almost always naked; breast scaled. Jaw length sexually dimorphic, jaw reaching just under anterior edge of eye in females to beyond middle of eye in males. First dorsal fin more or less same height as second dorsal fin, distal tips of spines in first dorsal flex posteriorly with fin erect, spines not filamentous. Jaw length usually sexually dimorphic, may not be apparent in small and immature

males. Lower preopercular margin without short transverse rows of papillae. Sexual dichromatism well developed; both sexes with short vertical dash-like bars under most scales from midline to dorsal surface, zigzag like pattern formed by black margins on edges of scales along lateral midline from behind pectoral base to caudal fin base. Teeth conical and recurved forming irregular rows, outer row most pronounced, upper jaw teeth in male 2-3+1, lower jaw teeth 3-5+2-3; upper jaw teeth in female 1-2+1, lower jaw teeth 4+2-3.

Pectoral rounded, pelvic fins always I,5, fifth rays of each fin joined together its entire length to form a disk not adherent to belly. Vertebrae 10+16 (including urostyle). Branchiostegal rays five.

Caudal fin oblong, rounded on female, pointed in male.

### Colour in preservation

Sexual dichromatism developed. Basic colour of body tannish or brownish to greyish; blackish trunk bars in males 11(11-12) originate behind pectoral base extending to hypural base, extending from dorsal surface to ventral surface, usually poorly marked on caudal peduncle; in females trunk bars (3-4) between second dorsal and anal fins extending to hypural base, trunk bars in females lack intensity found in males. In both sexes membrane between spines and rays of both dorsal fins with numerous tiny black dots appearing as irregular scribbles, outer margin in both sexes with blackish border. Anal fin in males dusky with light margin along entire base; in females anal fin is dusky with light margin along edge of fin.

### Colour in life

Males (Fig. 1A): life colour of body similar to those described in preservation. Each scale is marked by a brownish spot. Both dorsal fins reddish with a longitudinal red line on outer margin. Anal fin greyish to reddish with a thin blue line on outer margin. Caudal fin hyaline with a thin blue line on outer margin. Pectoral and pelvic fins hyaline.

Females (Fig. 1B): life colour do not differ much from description in preservation. Numerous dark blotch on the dorsal part of the body. Distal margin of both dorsal fins reddish with a longitudinal red line. Distal margin of anal fin bluish; pectoral, pelvic and caudal fins hyaline.

### Distribution

Actually only known from Futuna Island.

### Ecology

*Stenogobius (Insularigobius) keletaona* n. sp. was collected from a freshwater stream mostly under tidal influence. Stream bottom consists of shifting sand and small rocks.

These gobies are known to eat small invertebrates and organic matter contained in the sand. All the perennial rivers of Futuna were prospected and the new species was only found in Sausau River. It is suspected that the population of the species is reduced.

### Comparisons

*Stenogobius* n. sp. appears closest to *S. beauforti* and *S. polyzona*. *Stenogobius* n. sp. differs from *S. beauforti*, restricted to southern New Guinea, in having more scales in lateral series (48-52 versus 45-50), longer second dorsal fin (48-52 vs 40-50) and anal fin (43-47 vs 40-46), a shorter pre-anal length (51-56 vs 53-57), more bars on trunk in males (11-12 vs 5-11), and shorter jaw in female 6-7 vs 8-10. It differs from *S. polyzona* (restricted to the western Indian Ocean) in possessing more scales in lateral series (48-52 vs 47-50), a shorter preanal length (51-56 vs 53-59), more bars on trunk on males (11-12 vs 9-12), and a shorter jaw on female (6-7 vs 8-9).

### Etymology

The name of the species honours the customary authority of the Kingdom of Sigave in Futuna, keletaona, where the species was found. The new name is treated as a noun in apposition.

**Acknowledgements.** - For their help during Futuna expedition: N. Mary (ETHYCO), P. Sasal (University of Perpignan), C. Flouhr, A. Dutartre (CEMAGREF), D. Labrousse (Environmental service of Wallis and Futuna), Vanai Paino (Environmental service of Wallis and Futuna) and all people of Futuna for their kindness. This study was granted by the French overseas Ministry and the Environmental service of Wallis and Futuna.

### REFERENCES

- KEITH P., WATSON R.E. & G. MARQUET, 2002. - *Stenogobius (insularigobius) yateiensis*, a new species of freshwater goby from New Caledonia (Teleostei: Gobioidae). *Bull. Fr. Pêch. Piscic.*, 364: 187-196.
- KEITH P. & G. MARQUET, 2005. - *Sicyopus (Smilosicyopus) sasali*, a new species of freshwater goby from Futuna island (Teleostei: Gobioidae: Sicydiinae). *Cybium*, 29(4): 389-394.
- LEVITON A.E., GIBBS R.H., HEAL E. & C.E. DAWSON, 1985. - Standards in herpetology and ichthyology: part I. Standard symbolic codes for institutional resource collections in herpetology and ichthyology. *Copeia*, 1985: 802-832.
- WATSON R.E., 1991. - A provisional review of the genus *Stenogobius* with descriptions of a new subgenus and thirteen new species (Pisces, Teleostei, Gobiidae). *Rec. West. Mus.*, 15(3): 571-654.

Reçu le 17 octobre 2005.

Accepté pour publication le 6 mars 2006.