

## BIOLOGIE DE LA CONSERVATION ET SINGULARITE DES COURS D'EAU L'EXEMPLE DES PHILOPOTAMIDAE MALGACHES (INSECTA, TRICHOPTERA) <sup>1</sup>

François-Marie GIBON

IRD (ex-ORSTOM) Laboratoire d'Hydrologie 911 avenue Agropolis 34032 Montpellier cedex 1  
FRANCE

**ABSTRACT** - Malagasy Philopotamidae exhibit a high level of species richness and endemism. Most of them are restricted to the oriental humid forests where they have small distribution areas. Generally, the western species are widely distributed but some of them, reported from only a few localities on large rivers, are critically endangered.

**KEY-WORDS** - Trichoptera, Philopotamidae, Aquatic environment, Conservation Biology

**RESUME** - Les Philopotamidae malgaches offrent une richesse spécifique élevée, ainsi qu'un fort taux d'endémisme. La plupart d'entre eux sont localisés dans les forêts humides orientales ou les aires de répartition sont peu étendues. Au contraire, les espèces occidentales offrent de vastes distributions, à l'exception de quelques espèces potamiques très rares, qui sont les éléments les plus menacés à Madagascar.

**MOTS-CLES** - Trichoptera, Philopotamidae, Environnement aquatique, Biologie de la Conservation

### INTRODUCTION

Les réseaux hydrographiques sont des milieux originaux. Ils présentent trois caractéristiques fondamentales que toute approche biologique ou écologique doit prendre en considération. Ils sont linéaires, orientés par l'existence d'un flux amont-aval et profondément dépendants des caractéristiques des bassins versants et des vallées alluviales. Du fait de cette singularité, la plupart des voies de recherches et d'expérimentation de la Biologie de la conservation, par exemple celles qui concernent les aires protégées, les aires minimales, le rôle des corridors, des refuges etc., sont difficilement transposables aux hydrosystèmes, qui sont considérés comme le « cauchemar du conservateur » (Ladle 1991). La mise en culture des bassins versants, la disparition des plaines d'inondation, les prélèvements d'eau ou rejets d'effluents, la construction de barrages, le contrôle hydraulique, la canalisation de nombreux petits affluents, toutes ces modifications, qu'elles soient globales ou ponctuelles, ont des effets cumulatifs ou interactifs sur tout l'aval du réseau. Nous n'avons, de ce fait, aucune possibilité de conserver, *sensu stricto*, les écosystèmes potamiques, nous pouvons seulement mettre en œuvre, à grands frais, des politiques de gestion afin de restaurer partiellement la qualité physico-chimique des eaux. En Europe occidentale, il est maintenant impossible de reconstituer ce qu'était, il y a quelques siècles, le benthos des fleuves et grandes rivières (Fittkau & Reiss 1983). En revanche, la faune rhithmique a mieux survécu, toutefois la dégradation de la qualité des eaux dans les zones montagneuses et la rareté des surveillances au niveau spécifique commencent

---

<sup>1</sup> Cet article est la contribution n°37 du programme Biodiversité et Biotypologie des eaux continentales malgaches

a soulever des inquietudes legitimes (Zwick 1992, Botosaneanu 1981) Dans les zones tropicales, le manque d'information est considerable Il n'en est que plus regrettable que de nombreux travaux soient, selon la formule de Malicky et Chantaramongkol (1993), « based on inadequate sampling and poor identification » Il est temps que les recherches hydrobiologiques sur les invertebres soient reorientees vers des objectifs a long terme plus ambitieux

Dans cette optique, le projet « Biodiversite et Biotypologie des eaux continentales malgaches », mene conjointement par l'IRD (ex-ORSTOM) et le CNRE, prevoyait l'inventaire des principaux groupes taxinomiques, l'etude de la repartition geographique des especes et celle de ses principaux facteurs determinants L'ensemble de ces informations constitue une premiere approche des problemes de conservation et nous pouvons maintenant proposer, non pas des priorites mais quelques previsions sur l'evolution des especes a court et moyen terme

## MATERIEL ET METHODES

Ils sont decrits dans Gibon et Elouard (1996) Toute l'information recoltée au cours du programme est stockee dans une base de donnees geree par le logiciel Noe (Elouard & Hertu) Pour cette etude, nous en avons extrait les 412 stations echantillonnees au piege lumineux (Fig 1) Elles sont surtout reparties dans le centre et le sud de l'île Quelques grandes region du Nord n'ont pas ete etudiees (Tsaratanana, Masoala, Sambirano et Mananara-nord, pour ne citer que les principales), elles recelent tres probablement de nombreuses formes vicariantes qui restent a inventorier

## FAUNISTIQUE

Le tableau I presente, par genre, le nombre d'especes de Philopotamidae decrites (Mad/1994) et le nombre d'especes actuellement connues et repertoriees au Laboratoire de Recherches sur les Systemes Aquatiques et leur Environnement (Mad/1999) Les Philopotamidae comptent un minimum de quatre vingt dix especes a Madagascar Une comparaison avec la faune sud-africaine montre une richesse specifique malgache bien superieure, puisque la faune sud-africaine compte quinze especes (Moor 1993) Il s'agit pourtant d'un grand pays voisin dont la faune est relativement connue et qui presente une forte diversite climatique et topographique Cette richesse ne se limite pas aux Philopotamidae, puisque nous avons repertorie plus de cinq cent especes de Trichopteres (Gibon *et al* 1999), alors que la faune de l'Afrique meridionale est estimee a deux cents (dont cent cinquante pour la Republique sud-africaine, Moor 1993) Il est devenu inutile d'evoquer les cyclones, le relief abrupt de la cote orientale, la secheresse de l'Ouest ou les effets de l'insularite pour expliquer la pauvreté de la faune malgache des insectes d'eau douce (Banarescu 1991) Les travaux de systematique ne sont pas completement acheves, mais deja le taux d'endemisme, au niveau specifique, est superieur a 95% Cet endemisme remarquable depasse le niveau specifique puisque le genre *Paulianodes* est l'unique representant d'une sous-famille endemique malgache les Paulianodinae (Ross 1956) Quant au genre *Chimarra*, il est polyphyletique a Madagascar et certaines lignees, qui presentent de fortes affinites neotropicales et australiennes, sont absentes de la zone ethiopienne

### La repartition de la famille

La figure 1 affiche l'ensemble des stations échantillonnées ainsi que celles où des Philopotamidae ont été capturés. L'absence cartographiée est l'absence de capture lors de notre échantillonnage, il ne s'agit évidemment que d'une probabilité d'absence, c'est une donnée relative qui doit être considérée dans le cadre de ce travail. Pour interpréter cette carte, nous avons projeté ces mêmes stations sur un graphique en fonction de l'altitude (ordonnées) et de la distance à la source (abscisses, échelle logarithmique), les deux facteurs fondamentaux utilisés par les hydrobiologistes pour décrire ou expliquer la répartition des faunes dulçaquicoles. Nous avons également distingué le versant oriental (abscisses positives) du versant occidental (abscisses négatives). Notre espace de référence étant le bassin hydrographique, la limite entre les deux versants est la ligne de partage des eaux. Cette distinction entre les deux versants est l'un des traits dominants de la biogéographie malgache. La carte met en évidence deux zones géographiques pauvres en Philopotamidae, la côte occidentale et la partie centrale des Hautes Terres. Ces deux mêmes zones pauvres réapparaissent sur le profil écologique ou la rareté des captures entre 1000 et 1500 mètres sur le versant occidental est particulièrement nette. Par ailleurs, sur ce graphique, nous observons la répartition de la famille sur la totalité du gradient altitudinal, ainsi que sur la totalité du gradient de distance à la source. Il nous faut donc rechercher ailleurs des facteurs locaux ou des perturbations qui limitent la répartition des Philopotamidae, voire créent des zones vides. Notre hypothèse de travail est qu'il s'agit d'un effet direct de l'augmentation des charges de matières sédimentaires transportées par les cours d'eau. En effet, les larves se nourrissent en filtrant de fines particules en suspension, elles sont donc sensibles aux fortes charges de matières sédimentaires qui, soit colmatent les filets de captures, soit diluent les particules nutritives présentes. Les deux zones pauvres en Philopotamidae correspondent aux régions où les charges sédimentaires sont les plus élevées. Sur la côte occidentale, cela est dû aux conditions hydrologiques (Chaperon *et al.* 1993). Sur les Hautes Terres Centrales, la rareté des Philopotamidae traduit les modifications du milieu aquatique consécutives à l'aménagement généralisé des bas-fonds en terrasses rizicoles. Ces transformations sont le résultat de travaux d'aménagement qui datent de plusieurs siècles et se poursuivent aujourd'hui (Rakoto-Ramiarantsoa 1981). Elles incluent des changements topographiques, notamment du profil en long et du profil transversal, afin de créer des parcelles horizontales. Les eaux de source, ou de ruissellement des tanety, sont soit récupérées directement dans des parcelles de tête de vallon ou lohasaha, soit recueillies dans des bassins permettant leur réchauffement, lorsque leur température ne convient pas au riz (Blanc-Pamart & Ratoko-Ramiarantsoa 1993). Les parties supérieures des réseaux hydrographiques ont disparu, l'eau passant d'une parcelle à l'autre par des brèches aménagées dans les diguettes, puis elles sont transformées en petits canaux collecteurs, jusqu'à reconstituer plus en aval un réseau hydrographique privé des têtes de bassin. Ces aménagements et les effets de certains épisodes culturels, notamment la mise en boue, ont des conséquences importantes sur la faune dulçaquicole des Hautes Terres, qui constitueraient une voie de recherche originale. Le phénomène le plus prévisible est la substitution d'une faune lenticule à la faune lotique originelle, et donc un recul des Philopotamidae, que nous mettons effectivement en évidence dans cette région.

### La répartition des espèces

Lors du précédent colloque « Biogéographie de Madagascar », nous avons présenté des résultats préliminaires et mis l'accent sur le contraste entre les versants orientaux et occidentaux d'une part, l'importance des forêts humides orientales d'autre part (Gibon & Elouard 1996). Les recherches menées depuis ont renforcé la validité de

ces premières conclusions La majorité des espèces (73% des formes référencées par le LRSAE) sont strictement localisées aux cours d'eau des forêts orientales de l'île En outre, elles présentent des répartitions géographiques très limitées Ce dernier phénomène est lié à deux zonations nettes des espèces, l'une altitudinale, l'autre latitudinale

La zonation altitudinale des Trichoptères est, depuis longtemps, attestée dans les régions tempérées (Botosaneanu 1979) Bien que les zones tropicales soient mal connues, le phénomène semble y être également marqué (Malicky et Chantaramongkol 1993) Nous l'avons mis en évidence dans les forêts orientales du massif de l'Andringitra (Gibon *et al* 1996) Il est également net sur le Marojezy Le tableau II présente, pour chaque zone altitudinale, la liste des Philopotamidae capturés sur ce massif Bien que l'on ait tenté, dans chaque zone altitudinale, d'échantillonner toute la gamme des cours d'eau, l'effet de l'altitude ne peut jamais être vraiment séparé de l'effet « taille du cours d'eau », parce que, au cours de ce type d'étude, plus on monte en altitude et plus l'échantillonnage est restreint à de petits affluents Cette difficulté dans la recherche des causes, un débat scientifique toujours d'actualité, n'ôte rien à la mise en évidence d'une stratification altitudinale nette

La zonation latitudinale ne l'est pas moins Le tableau III indique la présence des espèces strictement forestières pour les secteurs étudiés de la côte orientale Par espèce strictement forestière, nous entendons des espèces capturées soit en forêt soit en lisière, mais jamais dans les milieux ouverts Par secteur, nous entendons un groupe de deux ou trois bassins limitrophes, le secteur « Ambre » comprend des stations sur les hauts cours de l'Antongombato, de la Sahankazo et de la Saharenana, le secteur « Marojezy » les hauts cours de la Lokoho, le secteur « Rianila » les stations des bassins du Mangoro, du Rianila, et du Sakanila, le secteur « Namorona » les stations des bassins de la Namorona et de la Mananjary, le secteur « Manampatrana » les stations des bassins de la Manampatrana et de la Matitanana, enfin le secteur « Andohahela » les stations des bassins du Mandrare, de l'Efaho et de la Manampanihy Chacun de ces six secteurs est identifiable sur la carte 1 Nous avons également indiqué le nombre de stations ou chaque espèce a été capturée Dans le cas de formes aussi localisées, un grand nombre d'entre elles ne sont connues que d'un seul site, malgré cela la structure du tableau est significative (elle a moins d'une chance sur mille d'être due au hasard, nous l'avons testé sur des permutations aléatoires des stations de captures, à l'aide du logiciel ADE-4 de Chessel *et al*) Les recouvrements entre les différents secteurs sont très faibles et pour la plupart dus à la proximité géographique Le cas de *Chimarra* sp AU et de *Chimarra* sp AV est particulier, ce sont des espèces de lisière, habitant les reliques forestières des Hautes Terres Centrales, elles sont autant des formes d'altitude que des formes forestières Nous observons donc une double zonation, altitudinale et latitudinale, de la zone forestière orientale Géographiquement, ces deux zonations sont croisées, étant donnée la disposition nord/sud de la ligne de crêtes Elles créent un quadrillage où le microendémisme est de règle

Sur le versant occidental, les espèces, moins nombreuses, ont une répartition plus vaste ce qui en permet une meilleure analyse écologique Une telle étude a été publiée pour la région du Mandrare (Gibon & Andriambelo 1999), elle peut être élargie à tout l'Ouest malgache (Gibon in prep) Cinq groupes écologiques sont mis en évidence

- Le premier comprend les espèces d'altitude et celles des petites zones forestières situées sur le versant occidental (Anjozorobe, Ambohitantely etc) Elles présentent une répartition géographique qui suit la ligne de partage des eaux, un bon exemple en est celle de *Chimarra* sp I (carte 2 de la figure 3) A ce groupe appartiennent également *Chimarra* sp AU et *Chimarra* sp AV, les deux espèces strictement forestières à distribution latitudinale exceptionnellement large (tableau III)

- Le deuxième comprend trois espèces (*Chimarra* sp AK, *Chimarra* sp A et *Chimarra* sp AW) des petites et moyennes rivières de moyenne altitude Leur répartition

géographique traduit ces préférences écologiques (cf sur la carte 3 de la figure 3, la répartition des captures de *Chimarra* sp A)

- Le troisième comprend les deux espèces les plus communes, du fait de leur tolérance à la turbidité et aux transports de matières sédimentaires (cf sur la carte 1 de la figure 3, la répartition des captures de *Chimarra* sp AH) Ces espèces n'atteignent ou ne dépassent qu'exceptionnellement l'isohyète des 1 000 m d'altitude

- Le quatrième est constitué par les espèces rares de basse altitude. On y distingue deux sous-groupes, d'une part celui des petites rivières situées dans ou à proximité des forêts occidentales (cf sur la carte 6 de la figure 3, la répartition des captures de *Chimarra* sp B), d'autre part quelques espèces colonisant les grandes rivières (cf sur la carte 6 de la figure 3, la répartition des captures de *Chimarra* sp Y)

Les zones déforestées orientales, ainsi que la plaine côtière, présentent un peuplement composite. Nous y observons

- une des espèces tolérantes aux fortes charges sédimentaires (*Chimarra* sp AH, carte 1 de la figure 3),

- le groupe des moyennes altitudes du versant occidental (voir par exemple *Chimarra* sp A, carte 3 de la figure 3),

- une espèce caractéristique de la transition forestière, des zones de défrichement et de tavy (*Chimarra* sp AN (voir, sur la carte 4 de la figure 3, la répartition très particulière des stations de capture le long du front de défrichement),

- quelques espèces isolées, que nous supposons être des formes forestières relictuelles

## DISCUSSION ET IMPLICATIONS POUR LA CONSERVATION

Une première conclusion est l'importance des forêts, en particulier des forêts humides, pour la conservation de la faune des fleuves et rivières. Il y a entre les formations végétales des bassins et les Philopotamidae des liens étroits qui sont de nature climatique plus que trophique, car la déforestation n'est pas compensée par la présence de forêts galerie ou rivulaire. L'avenir à court terme de la majorité des espèces est lié à celui de la forêt. La zonation latitudinale est un phénomène original, d'autant plus qu'il s'atténue aux altitudes élevées et à la limite supérieure de la forêt où l'on rencontre à nouveau des formes réparties sur toute l'île. Ce phénomène est lui d'origine historique. Nous savons qu'au cours du Pléistocène, il y a eu une extension des milieux froids. Les recherches palynologiques récentes montrent une descente de la végétation éricoïde des hautes montagnes malgaches jusqu'à l'isohyète des mille mètres (Gasse *et al* 1994, Burney 1996). Cet épisode froid a été également très sec (Burney 1987). Les forêts tropicales chaudes et humides ont dû être restreintes à une petite zone le long de la côte orientale qui présentait des discontinuités pour les insectes lotiques, en particulier ceux des torrents de montagne. En revanche les espèces des milieux montagnards ont alors colonisé la majeure partie des Hautes Terres, ce qui explique aujourd'hui une présence discontinuée sur un vaste gradient altitudinal.

Cette situation est renforcée par le fait que les espèces liées aux milieux ouverts et donc secs, ont des possibilités de dispersion plus fortes que celles des milieux forestiers humides. L'aridité se traduit pour les formes aquatiques par une irrégularité et une intermittence des milieux qui favorise les espèces offrant soit des formes de résistance à la sécheresse, soit des capacités de dispersion et de recolonisation après le retour du flux, cette dernière stratégie est probable chez les Philopotamidae (Schorscher 1992). En revanche, dans les forêts humides, la permanence des milieux enlève tout avantage

evolutif aux capacités de dispersion et incite une spéciation locale, accentuée par l'obstacle que constitue la forêt elle-même à une dispersion passive par les vents

Un second élément remarquable de cette étude est la mise en évidence d'espèces rares et localisées sur de grandes rivières de l'Ouest ou du Sud-Ouest. En effet, il est remarquable de constater la présence d'espèces aquatiques sur des biefs, alors qu'elles sont absentes de l'amont et de l'aval et que, de plus, cette présence est occasionnelle voire exceptionnelle (voir sur la carte 5 de la figure 3 les stations de capture de *Chimarra* sp E ou sur la carte 6 celles de *Chimarra* sp Y). Ce phénomène a été discuté par Gibon et Andriambelo (1999) qui le mettent également en évidence pour les mêmes sites chez les Hydropsychidae. Ces sites sont ceux des zones de piémont. En amont, les affluents sont soumis à des régimes hydrologiques présentant une grande variabilité, à de fortes charges de matières en suspension, voire à un assèchement annuel, la faune y est pauvre, on y rencontre surtout *Chimarra* sp AH, l'espèce la plus tolérante à la turbidité. En aval, le cours principal devient plus lent et les zones de rapide moins nombreuses, les conditions sont alors défavorables aux Philopotamidae et, seul, *Chimarra* sp AH est capturé dans ce type de situation. La zone intermédiaire de piémont réalise parfois un compromis acceptable entre la forte variabilité des affluents et le calme des grands fleuves de plaine. Quelques espèces sont caractéristiques de ces situations. Parce qu'elles exploitent une situation écologique particulière, leur conservation paraît plus importante que celle de certaines vicarances très localisées dans les forêts orientales, elle est également beaucoup plus aléatoire parce qu'elle suppose, au niveau de tout un bassin versant, le maintien de la couverture végétale et au moins le *statu quo* en matière d'érosion.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BANARESCU, P., 1991. Distribution and dispersal of freshwater animals in Africa, Pacific areas and South America. Zoogeography of freshwaters n°3. Editions Aula-verlag, Wiesbaden.
- BLANC-PAMARD, C & H RAKOTO-RAMIARANTSOA, 1993. Les bas-fonds des hautes terres centrales : construction et gestion paysanne. Pp 31-47, In Bas-fonds et riziculture. Editions du CIRAD, Paris.
- BOTOSANEANU, L. 1979. Quinze années de recherches sur la zonation des cours d'eau 1963-1978. Revue commentée de la bibliographie et observations personnelles. Bjdtr tot Dierkunde, 19 (1) 109-134.
- BOTOSANEANU, L., 1981. *Ordo Trichoptera et Homo insapiens*. Pp 11-19. In Moretti G P (Ed), Proceedings of the 3th International Symposium on Trichoptera. Editions Dr W Junk, La Haye.
- BURNEY, D A., 1987. Late Quaternary stratigraphic charcoal records from Madagascar. Quat Res, 28 274-280.
- BURNEY, D A., 1996. Climate change and fire ecology as factors in the Quaternary biogeography of Madagascar. Pp 49- 58, In W R Lourenço (Ed), Biogéographie de Madagascar. Editions de L'ORSTOM, Paris.
- CHAPERON, P, J DANLOUX & L FERRY, 1993. Fleuves et rivières de Madagascar. Editions de L'ORSTOM, Paris, 873p.
- CHESEL, D & S DOLEDEC. ADE Software, Multivariate Analysis and Graphical Display for Environmental Data, version 3.3. Ecologie des eaux douces et des grands fleuves, Université Claude Bernard Lyon I, 69622 Villeurbanne cedex.

- FITTKAU, E J & F REISS, 1983 Versuch einer Rekonstruktion der Fauna europäischer Ströme und ihrer Auen *Archiv Hydrobiol*, 97 1-6
- GASSE, F, E CORTJO, J-R DISNAR, L FERRY, E GIBERT, C KISSEL, F LAGGOUN-DEFARGE, E LALLIER-VERGES, J-C MISKOVSKY, B RATSIMBAZAFY, F RANAIVO, L ROBISON, P TUCHOLKA, J-L SAOS, A SIFFEDINE, M TAIEB, E VAN CAMPO & D WILLIAMSON, 1994 A 36 Ka environmental record in the southern tropics Lake Tritrivakely (Madagascar) *C R Acad Sci Paris*, 318 1513-1519
- GIBON, F-M & P Z ANDRIAMBELO, 1999 A regional analysis of species associations and distributions of two caddisfly families (Trichoptera Hydropsychidae and Philopotamidae) in southeastern Madagascar Pp 97-109, *In* Goodman, S M (Ed) A floral and faunal inventory of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andohahela, Madagascar With reference to elevational variation *Fieldiana Zoology*, N S, 94
- GIBON, F-M, P Z ANDRIAMBELO & D RANDRIAMASIMANANA, 1999 A study of the diversity and richness of the Malagasy Trichoptera Pp 123-124, *In* Malicky, H & P Chantaramongkol (Eds), Proceedings of the 9th International Symposium on Trichoptera Chiang-Mai University, Chiang-Mai, Thailand
- GIBON, F-M & J-M ELOUARD, 1996 Etude préliminaire de la distribution des insectes lotiques à Madagascar (exemple des Trichoptères Philopotamidae et Diptères Simuliidae) Pp 507-516, *In* Lourenço, W R (Ed), Biogéographie de Madagascar Editions de L'ORSTOM, Paris
- GIBON, F-M, J-M ELOUARD & M SARTORI, 1996 Spatial distribution of some aquatic insects in the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar Pp 109-120, *In* Goodman, S M (Ed), A floral and faunal inventory of the eastern slopes of the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar With reference to elevational variation *Fieldiana Zoology*, N S 85
- LADLE, M, 1991 Running waters a conservationist's nightmare Pp 383-393, *In* The Scientific Management of temperate communities for conservation Editions Blackwell Scientific, Oxford
- MALICKY, H & P CHANTARAMONGKOL, 1993 The altitudinal distribution of Trichoptera species in Mae Klang catchment on Doi Inthanon, northern Thailand stream zonation and cool- and warm-adapted groups (studies on caddisflies of Thailand n°16) *Rev Hydrobiol trop*, 26 (4) 279-291
- MOOR, F C de, 1993 Factors influencing the distribution of Trichoptera in South Africa Pp 51-58, *In* Otto, C (Ed), Proc 7th Int Symp Trichoptera Editions Backhuys Publishers, La Haye
- RAKOTO-RAMIARANTSOA, H, 1991 La dynamique des paysages sur les hautes terres centrales malgaches et leur bordure orientale Thèse de doctorat, géographie, université de Paris-X 333 p
- ROSS, H H, 1956 Evolution and classification of the mountain caddisflies The University of Illinois Press, Urbana 213 p
- SCHORSCHER, J, 1992 Ecologie des prédateurs des stades préimaginaux de *Simulium damnosum* Théobald, vecteur de l'onchocercose en Afrique de l'Ouest dynamique des relations prédateurs-proies et des peuplements Thèse de l'Université de Paris-Sud 285 p
- ZWICK, P, 1992 Stream habitat fragmentation - a threat to biodiversity *Biodiversity and Conservation*, 1 80-97

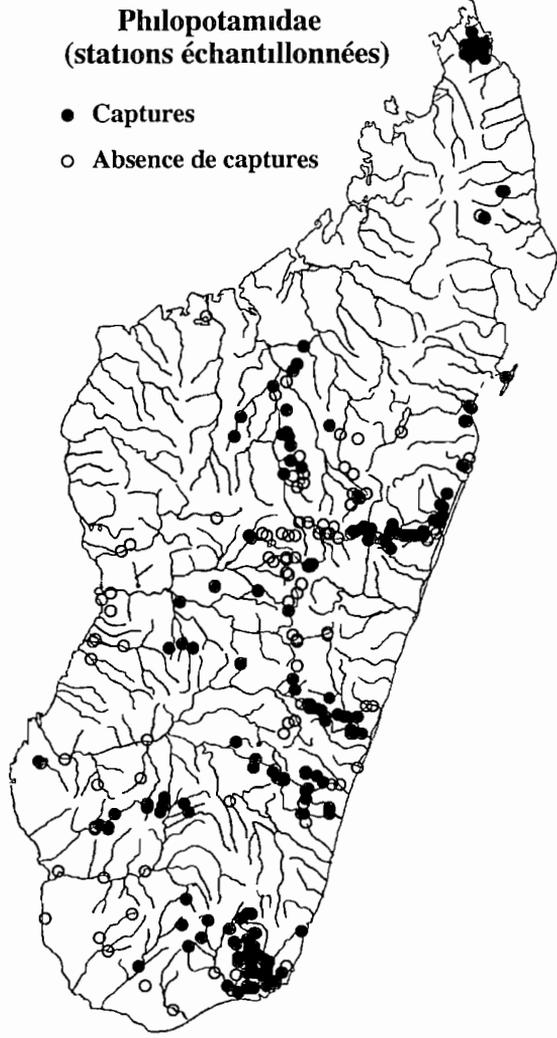


Fig 1 Stations échantillonnées et sites de captures (Philopotamidae)

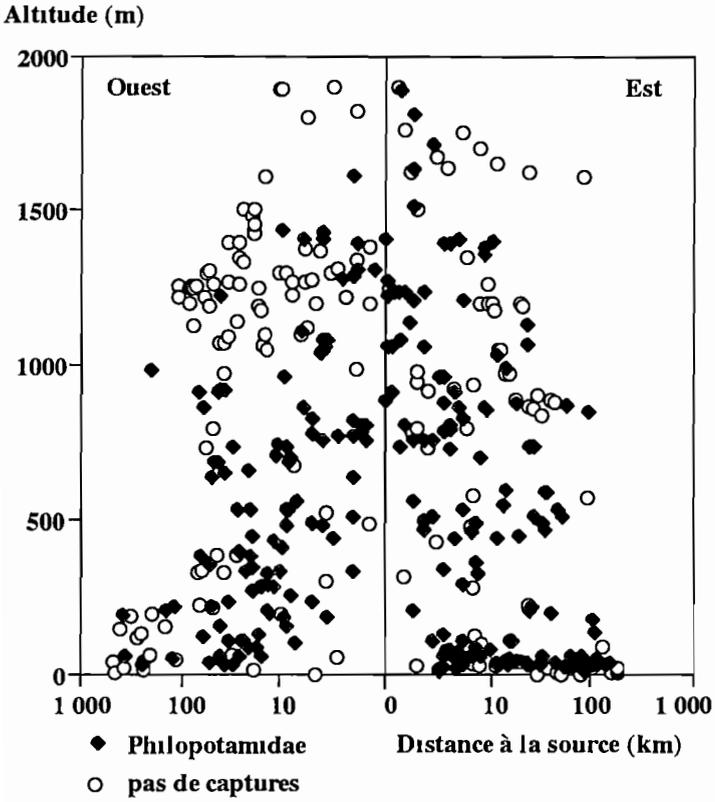


Fig 2 Profil écologique des sites de captures (Philopotamidae)

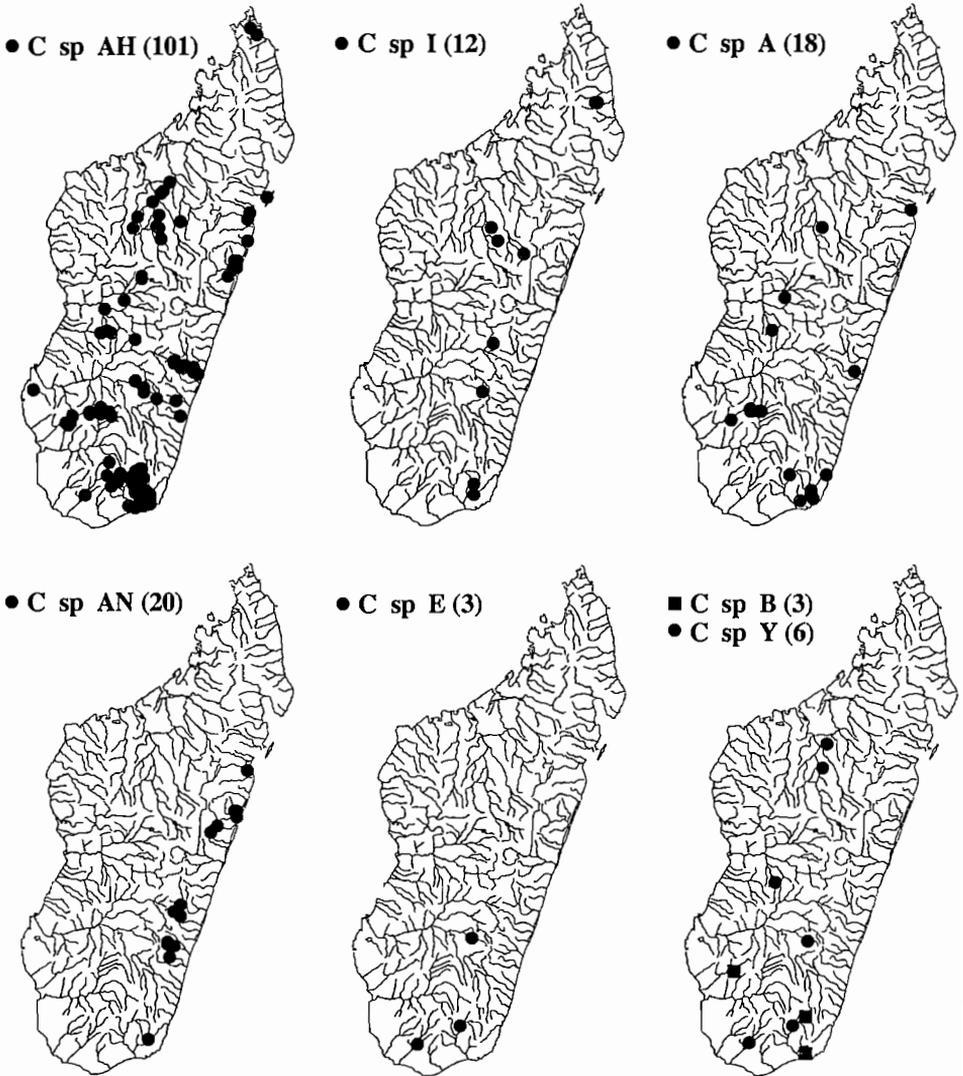


Fig 3 Quelques exemples types de repartition des especes

Tableau I Richesse spécifique des faunes malgaches et sud-africaines (Philopotamidae)

R spécifique	Af Sud/1993	Mad /1994	Mad /1999	endemisme
Chimarra	11	1	60	98%
Dolophilodes	4	0	3	100%
Wormaldia	0	1	10	100%
Paulianodes	0	1	17	100%

Tableau II Distribution altitudinale des especes capturees sur le massif du Marojezy

Marojezy	Especes	Zones altitudinales				
		1800	1600	1200	700	400
Wormaldia	G	■				
Chimarra	I	■		■	■	
Wormaldia	H		■			
Wormaldia	I					
Paulianodes	R					
Chimarra	BG			■		
Chimarra	BD		■	■	■	■
Wormaldia	K			■		
Wormaldia	L					
Chimarra	BH			■		
Chimarra	AV			■		
Paulianodes	Q				■	
Chimarra	BA				■	
Chimarra	AO			■	■	■
Wormaldia	J				■	■
Chimarra	BI				■	■
Paulianodes	O				■	■
Chimarra	AZ				■	■
Chimarra	BB				■	■
Chimarra	BC				■	■
Chimarra	AS				■	■

Tableau III Distribution latitudinale des especes forestieres

Especes			Ambre	Marojezy	Rianla	Namorona	Manamp	Andohahela
Chimarra	AB	1						
Chimarra	AM	4						
Chimarra	AC	1						
Chimarra	Q	7						
Chimarra	Z	1						
Paulianodes	G	4						
Paulianodes	H	7						
Chimarra	AU	7						
Chimarra	AV	18						
Chimarra	BB	3						
Chimarra	BA	3						
Chimarra	BC	5						
Chimarra	BD	6						
Chimarra	BG	2						
Chimarra	BI	1						
Chimarra	AZ	4						
Chimarra	BH	1						
Wormaldia	G	1						
Wormaldia	H	1						
Wormaldia	I	1						
Wormaldia	J	1						
Wormaldia	K	1						
Wormaldia	L	1						
Paulianodes	O	4						
Paulianodes	Q	2						
Paulianodes	R	2						
Chimarra	AO	3						
Chimarra	BJ	1						
Chimarra	H	1						
Chimarra	AJ	4						
Chimarra	BE	1						
Chimarra	BF	1						
Paulianodes	I	1						
Paulianodes	J	1						
Paulianodes	L	2						
Paulianodes	M	4						
Chimarra	AL	16						
Chimarra	AD	1						
Chimarra	U	3						
Chimarra	P	3						
Chimarra	T	2						
Wormaldia	E	1						
Wormaldia	F	1						
Paulianodes	P	3						
Chimarra	AE	4						
Chimarra	L	17						
Chimarra	J	7						
Chimarra	AF	11						
Chimarra	M	1						
Chimarra	N	1						
Chimarra	K	2						
Dolophilodes	A	1						
Dolophilodes	B	1						
Paulianodes	C	1						
Paulianodes	D	1						
Paulianodes	E	2						
Chimarra	AG	7						
Chimarra	F	2						
Chimarra	G	1						
Chimarra	AP	1						
Wormaldia	D	1						
Dolophilodes	C	1						
Paulianodes	A	4						
Paulianodes	F	4						
Paulianodes	K	1						

Gibon François-Marie. (2000).

Biologie de la conservation et singularité des cours d'eau : l'exemple des Philopotamidae malgaches (Insecta, Trichoptera).

In : Lourenço W.R. (ed.), Goodman S.M. (ed.). Diversité et endémisme à Madagascar = Diversity and endemism in Madagascar.

Paris : Société de Biogéographie, p. 319-330.

(Mémoires de la Société de Biogéographie). Colloque International Biogéographie de Madagascar, 2., Paris (FRA), 1999/08/30. ISBN 2-903-700-04-4.