

Les Éphémères de la Guyane Française.

14. Évaluation de la qualité des eaux du bassin versant inférieur de la Mana par un indice générique [Ephemeroptera]

par Laurent GUILLEMET* & Alain THOMAS**

* Hydreco Guyane, Laboratoire Environnement de Petit-Saut, B.P. 823,
F - 97388 Kourou Cedex, Guyane Française

** 5, rue du Vallon F - 31320 Vieille-Toulouse, France

(Étude financée par la Diren Guyane)

Mots-clés : Éphémères, indice de Shannon, indice SMEG, richesse générique, score moyen, turbidité, marnage, racines aériennes.

8 stations ont été prospectées sur le bassin versant inférieur du fleuve Mana par basses eaux : 4 sur de petits affluents ou criques (dont l'une orpaillée), et 4 sur le cours principal. Il est proposé un indice de qualité de l'eau, basé sur le seul ordre des Éphéméroptères, en raison du très faible niveau des connaissances fondamentales sur la plupart des autres groupes systématiques du benthos de Guyane Française : le SMEG (pour Score Moyen des Éphéméroptères de Guyane). Ce dernier fait intervenir : a) la richesse générique; b) la polluosensibilité individuelle des genres rencontrés à chaque site. Dans les limites des présents résultats, le SMEG est fortement corrélé avec la turbidité ($P = 0,001$). 25 genres ont été récoltés, dont 20 sont nouveaux pour le bassin versant de la Mana. Le genre *Amanahyphes* Salles & Molineri, 2006 est nouveau pour la Guyane Française. Aux stations soumises au marnage, et en l'absence de substrats artificiels (très recommandés), la prospection des longues racines aériennes flottantes, issues des grands arbres du bord, se révèle particulièrement efficace pour l'établissement des listes de genres d'éphémères.

Mayflies of French Guiana. 14. Evaluation of water quality in the lower basin of the Mana river using a generic index [Ephemeroptera]

Keywords: Mayflies, Shannon index, SMEG index, generic richness, mean score, turbidity, tidal fluctuation, aerial roots.

8 stations were surveyed on the lower basin of the Mana river during the low flow season: 4 on small tributaries or creeks, (one of which is polluted by a gold mine) and 4 on the main stream. A water quality index is proposed: the SMEG (for "Score Moyen des Éphéméroptères de Guyane", e.g. Mean score of the Ephemeroptera of French Guiana). The index is based exclusively on the mayflies, since little is known concerning other groups of benthic invertebrates in French Guiana. At each site the SMEG takes into account: a) the generic richness; b) the pollution-sensitivity of the genera collected. Within the limits of the present study, the SMEG is highly correlated with turbidity ($p = 0,001$). In all, 25 genera were recorded, of which 20 are new for the Mana basin. The genus *Amanahyphes* Salles & Molineri is new for French Guiana. The long aerial roots of bordering trees are a very effective substrate for collecting most genera of mayflies, especially at sites subject to tidal fluctuation.

1. Introduction

La Guyane fait partie des biomes du monde les plus riches en espèces, ce qui justifie pleinement un effort d'inventaire important, permettant par la suite l'amélioration de la prise en compte de la biodiversité dans les différents projets d'aménagement du territoire et la mise en place de statuts et de mesures de protection spécifiques selon les sites.

Concernant le bassin versant de la Mana, l'état des connaissances faunistiques sur les macroinvertébrés aquatiques en général et sur les Éphéméroptères en particulier - probablement l'ordre d'insectes lotiques le mieux connu en Guyane actuellement - était resté très faible jusqu'assez récemment (pour une comparaison avec les principaux autres bassins versants, voir : ORTH et al. 2001 ; DOMINIQUE et al. 2001).

Pour cette raison, une mission, commanditée par la Diren Guyane, a été effectuée en saison sèche, du 17 au 22 octobre 2005. Elle a remonté le cours inférieur du fleuve sur un linéaire d'une cinquantaine de km, à partir du pont de la nationale RN1 (Cayenne-St-Laurent) à Saut-Sabbat, dans le double but d'étudier la biodiversité des macroinvertébrés lotiques et de procéder à une évaluation de la qualité de l'eau grâce à ce compartiment biologique.

Huit stations ont ainsi été prospectées (Tableau 1) : quatre sur le cours de la Mana lui-même, et les quatre autres sur des criques affluents (cr. Kokioko, orpaillée ; cr. du camp, cours d'eau de référence ; cr. Valentin, référence ; et cr. Portal). Soulignons que les deux stations situées les plus en aval (la Mana en aval de Saut-Sabbat et la crique Portal) sont soumises au marnage engendré par l'onde de marée, qui peut s'étendre à plusieurs dizaines de km à l'intérieur des terres.

La Mana	Criques affluents
à Roche Bardo (St 1) 05° 10' 37" N 53° 41' 38" W	Cr. Kokioko (St 2) 05° 11' 13" N 53° 40' 13" W → crique orpaillée
en aval de Kokioko (St 3) 05° 11' 31" N 53° 40' 30" W → aval d'orpaillage	Cr. du camp (St 4) 05°41'41" N 53° 39' 59" W → cours d'eau de référence
à la Montagne de Fer (St 5) 05° 18' 37" N 53° 36' 25" W	Cr. Valentin (St 6) 05° 19' 00" N 53° 39' 40" W → cours d'eau de référence
en aval de Saut-Sabbat (St 7) 05° 23' 39" N 53° 40' 26" W → marnage	Cr. Portal (St 8) 05° 28' 25" N 50° 41' 19" W → marnage

Tableau 1. Localisation des stations d'étude, de l'amont vers l'aval.

Table 1. Location of the study sites, upstream to downstream.

2. Matériel et méthodes

2.1. Analyse

Pour évaluer la qualité de l'eau, deux approches indépendantes ont été développées simultanément, basées respectivement sur :

- l'ensemble des communautés de macroinvertébrés benthiques, déterminées à l'ordre ou à la famille ;

- les peuplements d'Éphéméroptères, déterminés au genre, donc un instrument de biomonitoring sensiblement plus précis que le précédent, mais de spectre écologique plus restreint.

L'ensemble des communautés de macroinvertébrés a fait l'objet de prélèvements semi-quantitatifs standardisés d'une station à l'autre, selon la description ci-dessous (§ 2.2).

Le matériel d'Éphéméroptères provient partiellement de ces mêmes récoltes, mais pour l'établissement d'inventaires génériques les plus complets possibles, il résulte aussi de prélèvements complémentaires qualitatifs, effectués à vue à chaque station.

2.2. Prélèvements semi-quantitatifs de l'ensemble des macroinvertébrés benthiques

La faune benthique a fait l'objet de deux types de prélèvements semi-quantitatifs :

- un filet troubleau de 0,45 m² d'ouverture et de 200 µm de vide de maille est utilisé en berge (ou en pirogue à toucher la berge, en cas de difficulté d'accès à cette dernière). Le filet est déplacé contre la berge pendant une durée standard d'une minute, ce successivement sur les deux rives, droite et gauche.

- une drague est traînée sur le fond du cours d'eau ; 1,5 L de sédiment est recueilli, rincé et filtré pour en extraire les organismes.

2.3. Prélèvements supplémentaires qualitatifs, relatifs aux Éphéméroptères

Ils concernent essentiellement :

- d'une part les réseaux racinaires fins et denses, fréquents dans la zone de battement de l'eau sur les berges ;

- et d'autre part les longues racines aériennes suspendues, plongeant quasi-verticalement dans le cours, parfois de très haut (15-20 m ou même davantage). Ces racines aériennes constituent un piège naturel, le plus souvent très efficace, fonctionnant comme un substrat flottant, arrimé et donc se maintenant en surface lors des variations de niveau (crues, étiages) qui ne perturbent guère leur accessibilité. Leur prospection fournit donc des représentants d'espèces vivant préférentiellement sur substrat végétaux, comme les Leptophlebiidae (par exemple : *Hydrosmilodon gilliesae* Thomas & Péru, 2002 ; *Simothraulopsis demerara* (Traver, 1947) ; *Terpides guyanensis* Demoulin, 1966...), mais aussi des espèces pionnières à taux de colonisation très élevé, en rapport avec leur forte dérive (de fait, la plupart des Baetidae).

Remarque : chaque fois que cela a été possible, les prélèvements de stades aquatiques ont été complétés par des piégeages lumineux pour capturer des adultes, le plus souvent exclusivement

aériens. Leur détermination facilite souvent celle des immatures aquatiques. Une ampoule à vapeur de mercure de 125 W est allumée devant un drap blanc vertical disposé près du cours d'eau, entre 18h30 et 21h. Un second drap est placé sur le sol au pied du premier afin de recueillir les individus qui se laissent tomber.

Le but de ces prospections qualitatives est d'établir à chaque station une liste de genres la plus complète possible.

Toutes les analyses statistiques ont été réalisées grâce à l'utilitaire d'analyse pour Excel : Xlstat pro 6.1.

Cours d'eau / Stations	Mana Roche Bardo	Crique Kokioko	Mana aval cr. Kokioko	Crique du camp	Mana Mgne de Fer	Crique Valentin	Crique Portal	Mana Aval Saut-Sabbat
Date	19/10/2005	19/10/2005	19/10/2005	19/10/2005	20/10/2005	20/10/2005	21/10/2005	21/10/2005
Heure	9h30	11h30	12h30	15h30	10H30	12h30	9h45	12h30
Météo	Beau	Beau	Beau	Beau	Beau	Beau	Beau	Beau
Pente de la berge	Douce	Douce	Douce	Douce/abrupte	Douce	Douce/abrupte	Douce/abrupte	Douce
Hauteur (m) de la végétation ripicole	30	30	30	20	30	30	20	30
% de couverture par la végétation ripicole	5	20	5	80	5	80	50	5
Substrat de la berge	Limon / sable	Sable	Sable / roche	Sable	Galets	Sable	Sable	Sable / roche
Embâcles (%)	20	30	5	50	10	50	30	0
Substrat du chenal	Sable / roche	Sable	Sable	Limon / sable	Galets	Sable	Sable	Sable / roche
Marnage	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
Profondeur max. (m)	1,5	1,5	1,5	1	1,5	1	2	2
Vitesse du courant	Rapide	Moyen	Moyen	Moyen	Rapide	Rapide	Moyen	Rapide
Largeur du chenal (m)	108	19	77	1	81	6	15	174
Température (°C)	29,4	28	30	25,7	29,8	25,6	24,7	30,7
pH	6,4	5,8	6,3	5,5	6,4	5,1	4,7	6,1
O ₂ (% et mg/L)	84% 6,5	88% 6,9	74% 5,6	66% 5,5	85% 6,4	85% 6,9	76% 6,3	90% 6,4
Conductivité (µS/cm)	40	29	40	27	37	21	20	31
redox	404	369	347	270	370	410	468	355
Turbidité (° NTU)	22,9	45	32	3,7	18	3,4	34	33

Tableau 2. Principaux facteurs environnementaux aux stations étudiées.

Table 2. Environmental conditions at the study sites.

3. Paramètres physico-chimiques de l'eau

Une description mésologique des stations est résumée dans le Tableau 2.

La largeur du chenal est faible dans les criques (1 à 20 m) alors qu'elle est nettement plus importante dans le fleuve, où elle peut dépasser 170 m. En conséquence, la couverture végétale ripicole et le pourcentage d'embâcles sont clairement supérieurs dans les criques.

La température, le pH et la conductivité sont plus faibles dans les petits cours d'eau. La température est en moyenne de 26,0 °C dans les criques contre 29,9 dans les stations du fleuve. Le pH moyen est de 5,2 dans les criques et de 6,3 dans la Mana pour une conductivité moyenne de 24 µS/cm dans les affluents et de 37 dans le fleuve.

Enfin, les criques Kokioko et Portal se démarquent des deux autres par une turbidité beaucoup plus élevée, due à l'orpaillage pour la première, et au moins partiellement au marnage pour la seconde.

Une Analyse en Composantes Principales (ACP) réalisée à partir des données physico-chimiques (Fig. 1) sépare nettement les criques affluents des stations situées sur la Mana elle-même.

4. Les communautés de macroinvertébrés benthiques

4.1. Principaux groupes systématiques rencontrés

Le Tableau 3 représente la synthèse des récoltes obtenues par les prélèvements standards semi-quantitatifs (filet troubleau + drague). Il montre la faiblesse relative des effectifs de la majorité des taxons du benthos, traduisant bien la difficulté de la collecte du matériel biologique dans beaucoup de milieux lotiques guyanais.

Il appelle les commentaires suivants :

- le vide de maille utilisé, bien que beaucoup plus petit (200 µm) que celui préconisé pour les études IBGN en métropole (500 µm) est encore un peu trop élevé pour beaucoup d'Oligochètes de petite taille. Mais plus faible, il favoriserait le colmatage des filets dans les eaux chargées en MES et de facto la sous-estimation des populations nageuses (Baetidae par exemple)... Une étude faunistique fondamentale est d'autre part absolument nécessaire avant d'envisager d'utiliser à l'avenir le potentiel bioindicateur des Oligochètes en Guyane.

- les Chironomidae constituent le groupe systématique de macroinvertébrés le plus abondant à toutes les stations, mais malheureusement il s'agit en majorité de larves, pratiquement inutilisables en systématique dans le cas de cette famille, donc de facto en écologie et en bioindication.

- la plupart des ordres d'insectes sont en effectifs très réduits (Odonates, Plécoptères, Hémiptères, Lépidoptères). La constatation la plus inattendue provient probablement des Trichoptères, fort peu abondants eux aussi, alors qu'ils constituent un groupe lotique absolument majeur aux Antilles françaises (voir par exemple le récent travail de BOTOSANEANU & THOMAS 2005), sans doute en raison d'une majorité d'espèces franchement rhéophiles, donc inféodées à une pente moyenne des bassins versants beaucoup plus importante qu'en Guyane. Mais les Coléoptères

res et tous les Diptères autres que les Chironomidae montrent aussi des densités de populations faibles ou très faibles à presque toutes les stations.

- le seul ordre d'insectes assez bien représenté sur la basse Mana est celui des Éphémères : il atteint 88 % du total des Éphémères-Plécoptères-Trichoptères (EPT), selon cette méthodologie. Ce résultat confirme la prééminence de ces insectes déjà relevée par exemple lors des travaux effectués sur les sauts du bassin du Sinnamary (HOREAU & RICHARD 1996), où 75 % de l'effectif des EPT correspondent aux Éphémères, premier groupe systématique du macrobenthos à 6 sauts sur 8.

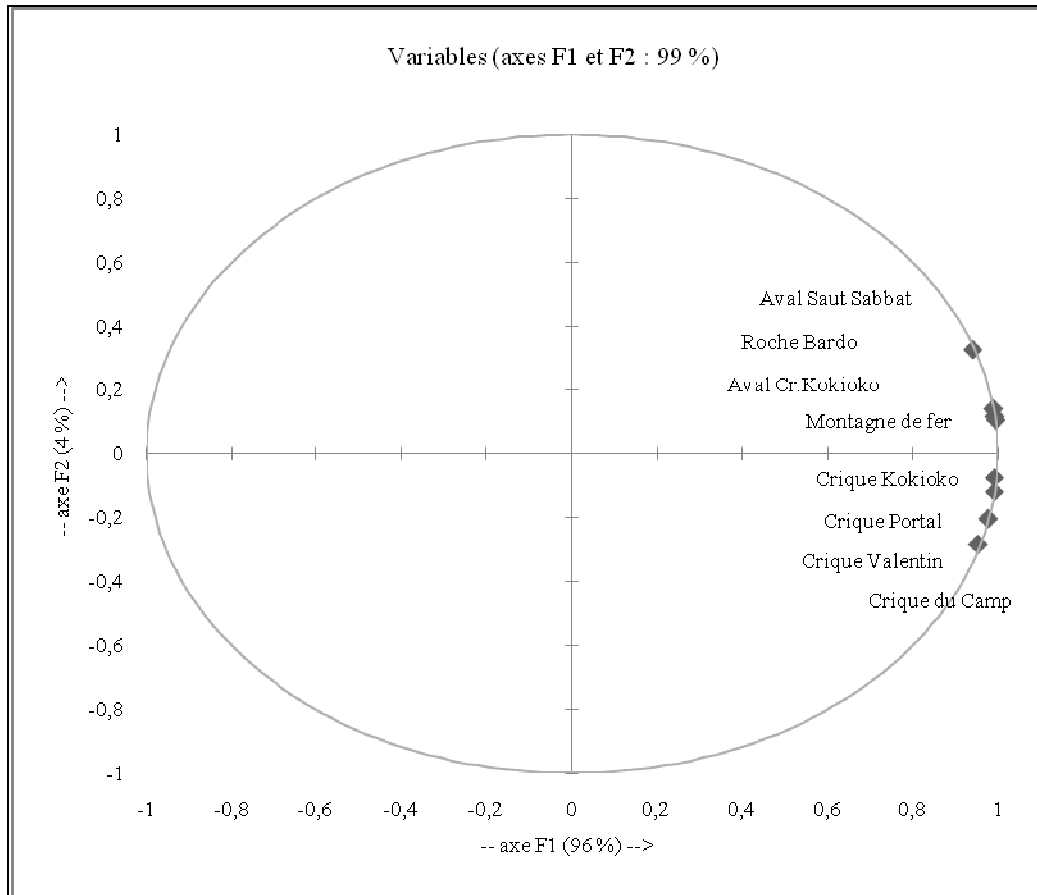


Figure 1. Analyse en Composantes Principales des paramètres physico-chimiques.
N. b. : les deux points correspondant aux stations de la Mana en aval de la crique Kokioko et à la Montagne de Fer sont presque superposés.

Figure 1. Principal Component Analysis of physico-chemical parameters.
N. b.: the two points corresponding to the sites Mana downstream of Kokioko creek and Mana at Montagne de Fer are nearly in superposition.

STATIONS GROUPES SYSTÉMATIQUES	Mana Roche Bardo	Crique Kokioko	Mana Aval Kokioko	Crique du camp	Mana Mgne de Fer	Crique Valentin	Mana < Saut Sabbat	Crique Portal	Total par taxon
Oligochètes	62	22	14	32	86	10	13		239
Mollusques Gastéropodes	67			2	1				70
Crustacés Décapodes	1						37		38
Insectes									
Collemboles					1		6		7
Éphéméroptères									[292]
Baetidae	6	8	4	21	1	56	2		98
Leptohyphidae	1	8	1	6	15	2			33
Leptophlebiidae	4			77	52	12			145
Polymitarcyidae	2		3	2	1	8			16
Odonates									[22]
Aeschnidae	2								2
Corduliidae			2						2
Gomphidae			3			3			6
Libellulidae	4	2		3		2		1	12
Plécoptères					1	1			2
Hétéroptères									
Veliidae								1	1
Lépidoptères		1						2	3
Trichoptères									[38]
Helicopsychidae					8			1	9
Hydropsychidae				7	6	3			16
Hydroptilidae	1	3		2		1			7
Leptoceridae					2	1			3
Polycentropodidae				3					3
Diptères									[1419]
Ceratopogonidae	3	6	2	11	2	11	2	2	39
Chironomidae	128	120	57	185	240	576	42	15	1363
Empididae				5	1				6
Limoniidae		2						3	5
Simuliidae						4			4
Tabanidae								2	2
Coléoptères									[42]
Dytiscidae								1	1
Elmidae		6	1	3		1	2	1	14
Autres							25	2	27
Effectif total par station	281	178	87	359	417	691	129	31	

Tableau 3. Macroinvertébrés récoltés par les prélèvements semi-quantitatifs.

Table 3. Macroinvertebrates collected by semi-quantitative sampling.

STATIONS	Mana Roche Bardo	Crique Kokioko	Mana Aval Kokioko	Crique du camp	Mana Mgne de Fer	Crique Valentin	Mana < Saut Sabbat	Crique Portal
Particularité		orpaillée	aval orp.	référence		référence	marnage	marnage
Turbidité °NTU	22,9	45	32	3,7	18	3,4	34	33
I) I. de Shannon cours principal criques affluents	397,81	219,01	106,22	564,19	541,13	495,95	207,60	55,99
II) nombre d'U.O.	10	8	5	15	11	12	matériel rare et endom- magé	8
score total	26	18	14	41	30	34		25
score moyen	2,60	2,25	2,80	2,73	2,73	2,83		3,13
apport diversité	1,0	0,8	0,5	1,5	1,1	1,2		0,8
SMEG	3,6 [3,60]	3,1 [3,05]	3,3 [3,30]	4,2 [4,23]	3,8 [3,83]	4,0 [4,03]	non valide	3,9 [3,93]
Classe d'intégrité	III	III	III	II	III	II		III

Tableau 4. Évaluation : I) de la diversité des communautés de macroinvertébrés (sur les prélèvements semi-quantitatifs) par l'indice de Shannon (1948); II) de la qualité de l'eau par l'indice SMEG (sur la totalité des prélèvements).

Table 4. Evaluation: I) of the diversity of macroinvertebrate communities (based on semi-quantitative sampling) using Shannon's index (1948); II) of water quality using the SMEG index (based on total sampling).

4.2. Évaluation de la diversité par l'indice de Shannon

L'indice de SHANNON, dérivé de la théorie de l'information (1948), a été utilisé sous sa forme la plus simple (voir CLIFFORD & STEPHENSON 1975) : $I = N \log N - \sum n_i \log n_i$, avec N désignant le nombre total d'individus et n_i le nombre d'individus du i^{e} taxon. Cet indice a été appliqué aux données du Tableau 3.

Les criques de référence (Tableau 4) présentent des valeurs indiciaires élevées (voisines de 500 ou supérieures : crique du camp, cr. Valentin). La Mana obtient des valeurs élevées à la station amont, Roche Bardot, et à la Montagne de Fer (dilution de l'eau du cours principal par l'apport de plusieurs criques non orpaillées en octobre 2005, comme la cr. Belle-Etoile), tandis que l'impact par la cr. Kokioko (orpaillée et à faible indice) apparaît très net (valeur voisine de 100). En zone aval, l'action du marnage sur la Mana et la cr. Portal est intense et très défavorable au maintien de la faune benthique de l'amont.

5. Les peuplements d'Éphéméroptères et le SMEG

5.1. Pourquoi un indice générique, basé sur les seuls Éphéméroptères ?

Un indice de qualité de l'eau, le SMEG (pour Score Moyen des Éphéméroptères de Guyane), utilisant exclusivement le taxon genre, a été proposé par THOMAS et al. (2001). Il a été basé à l'époque sur le seul ordre des Éphémères pour des raisons pratiques (abondance et fréquence

élevées de cet ordre d'insectes, et d'autre part, comparativement, grave manque de travaux fondamentaux sur la quasi-totalité des autres groupes benthiques). Il faut malheureusement reconnaître que, malgré les besoins urgents soulignés à plusieurs reprises par notre équipe dès la fin des années 90, cette situation n'a pratiquement pas évolué en une décennie.

Avec plus de 50 genres en Guyane, les Éphéméroptères peuvent certes constituer la base d'un premier indice d'évaluation de la qualité des eaux, en attendant l'éventuelle prise en compte d'autres macroinvertébrés benthiques, encore trop mal connus actuellement en ce qui concerne leur systématique et a fortiori leurs traits biologiques élémentaires.

Il est nécessaire de préciser aussi qu'en région Amazonienne, par rapport aux régions Ouest Paléarctique ou Euroméditerranéenne par exemple, la diversité générique des Éphéméroptères - et d'autres insectes aquatiques comme les Diptères Chironomidae (Dr W.P. Coffman, Université de Pittsburgh, comm. verb.) - est beaucoup plus élevée, en raison de conditions écologiques et biologiques bien plus stables (pas d'assecs notables, amplitudes thermiques annuelles faibles) qui ont favorisé la prolifération des morphotypes benthiques. Au contraire, le nombre d'espèces à l'intérieur des genres est comparativement le plus souvent peu important (avec des exceptions, comme le genre *Camelobaetidius*, d'ailleurs particulièrement polymorphe).

Pour toutes ces raisons, le taxon genre constitue donc un outil de biomonitoring très favorable en région néotropicale concernant les macroinvertébrés benthiques.

5.2. Importance des prélèvements qualitatifs à vue

Par rapport aux relevés semi-quantitatifs, les prélèvements qualitatifs effectués à vue ont permis d'accroître le nombre d'individus d'Éphémères récoltés de 292 à 673 (+ 130 %). Ils ont été particulièrement efficaces sur les racines aériennes, manipulées sans structure rigide (troubleau, drague) ; ce dernier point est d'ailleurs aussi un gage d'obtention de matériel biologique fondamental de référence en excellent état, la plupart des espèces d'Éphémères étant très fragiles.

En tout, 25 genres ont été récoltés (Tableau 5).

5.3. Le SMEG

Notre propos n'est pas de développer ici en détail la procédure de cet indice, qui sera publiée ultérieurement, mais d'en résumer les caractéristiques essentielles.

Le SMEG est un indice de type score. Il fait intervenir la richesse systématique (nombre de genres présents) et surtout la polluosensibilité de ces derniers, considérés comme des « Unités Opérationnelles » (U.O.), dont chacune est affectée d'un coefficient compris entre 1 (très peu polluosensible) et 5 (très polluosensible) (Tableau 5).

Brièvement, le calcul de cet indice pour une station donnée se fait en trois étapes :

- établissement du score total, correspondant à la somme des scores individuels des U.O. (ou genres) répertoriées à la station considérée ;
- calcul du score moyen, correspondant au score total divisé par le nombre d'U.O. ;
- enfin, addition d'un « apport diversité » - une richesse systématique élevée étant toujours un indicateur favorable du bon fonctionnement d'un écosystème - à raison de 0,1 point par U.O.

Familles <i>Genres</i>	n individus récoltés	Score individuel de polluosensibilité	Bassins versants	
			Mana	n autres
Baetidae				
<i>Americabaetis</i> Kluge, 1992	153	3	N	7
<i>Apobaetis</i> Day, 1955	4	2	N	2
<i>Aturbina</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1996	7	1	N	7
<i>Camelobaetidius</i> Demoulin, 1966 (1)	1	3	N	3
<i>Cloeodes</i> Traver, 1968	82	1	N	6
<i>Cryptonympha</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1995	21	5	N	2
<i>Paracloeodes</i> Day, 1955	12	2	N	5
<i>Waltzohyphius</i> Lugo-Ortiz & McCafferty, 1995	7	3	N	4
Matériel endommagé, de détermination douteuse	2			
Caenidae				
<i>Caenis</i> Stephens, 1835	1	1	N	4
Ephemeridae				
<i>Hexagenia</i> Walsh, 1863	1	3	N	1
Leptohyphidae				
<i>Amanahyphes</i> Salles & Molineri, 2006	2	4	N **	
<i>Leptohyphes</i> Eaton, 1882 s. l.	28	4	*	5
<i>Tricorythodes</i> Ulmer, 1920 s. l.	31	3	N	5
Leptophlebiidae				
<i>Bessierus</i> Thomas & Orth, 2001	1	2	N	2
<i>Hagenulopsis</i> Ulmer, 1919	7	4	N	5
<i>Hydrosmilodon</i> Flowers & Dominguez, 1992	19	2	N	4
<i>Leentvaaria</i> Demoulin, 1966	108	2	N	4
<i>Microphlebia</i> Savage & Peters, 1982	3	4	N	2
<i>Miroculis</i> s.s. Edmunds, 1963	34	3	N	5
<i>Paramaka</i> Savage & Dominguez, 1992	3	4	*	1
<i>Simothraulopsis</i> Demoulin, 1966	83	3	*	7
<i>Terpides</i> Demoulin, 1966	35	3	N	3
<i>Thraulodes</i> Ulmer, 1919	1	2	*	2
<i>Ulmeritoides</i> Traver, 1959	7	3	N	3
Polymitarciidae				
<i>Campsurus</i> Eaton, 1868	19	2	*	5

(1) de morphotype nageur, à paracerque long

Tableau 5. Inventaire générique des Éphéméroptères du bassin inférieur du fleuve Mana et coefficient de polluosensibilité des genres. N : genre nouveau pour ce bassin versant; * : genre déjà cité; ** : genre nouveau pour la Guyane Française. Nombres d'autres bassins versants (ou régions) colonisés par chaque genre.

Table 5. Generic inventory of mayflies in the lower basin of the Mana river and coefficient of polluosensitivity of genera. N: genus new for this basin; *: genus already recorded; **: genus new for French Guiana.

Number of other basins (or regions) colonized by each genus.

La valeur i du SMEG ainsi obtenue permet une évaluation de la qualité de l'eau selon 6 classes d'intégrité :

- I ($i > 4,5$) : Criques de faible largeur ou petites rivières sans impact anthropique notable ;
- II ($4,0 < i \leq 4,5$) : Rivières faiblement impactées, ou bien stations suffisamment éloignées des impacts pour présenter une récupération importante ;
- III ($3,0 < i \leq 4,0$) : Cours d'eau soumis à des influences anthropiques durables mais d'intensité moyenne ;
- IV ($2,0 < i \leq 3,0$) : Cours d'eau soumis localement à des influences anthropiques répétées et intenses, ou bien présentant des conditions naturelles défavorables : déficit en oxygène, excès de matière organique, courant nul ;
- V ($1,0 < i \leq 2,0$) : Cours d'eau subissant des pollutions importantes, se traduisant en particulier par un fort déficit en O_2 et / ou un substratum très modifié ; survie de quelques éphéméroptères, les moins polluo-sensibles ;
- VI ($i = 0$) : Cours d'eau très dégradés en continu, dépourvus de communautés polluo-sensibles.

Le Tableau 4 donne les valeurs du SMEG pour les différentes stations.

Les deux criques de référence présentent une classe d'intégrité de II, les autres stations de III, avec la crique Kokioko - orpaillée - très proche de la classe IV. Les limites du SMEG apparaissent en zone de marnage.

5.4. Problèmes posés par le marnage

- sur la crique Portal

Aucun Éphéméroptère n'a été récolté à ce site au fond sableux par la méthode semi-quantitative (les autres ordres d'insectes étant aussi très peu représentés ou absents, à l'exception des Coléoptères). Toutefois, la présence de racines aériennes a permis de réaliser un inventaire significatif : 133 individus appartenant à 8 genres (alors que la moyenne n'est que de 78,9 individus sur les 7 autres stations).

- sur la Mana en aval de Saut-Sabbat

Seulement deux larves d'Éphémères très endommagées et de détermination incertaine ont été récoltées par la méthode semi-quantitative. À cette station, la Mana présente une grande largeur et l'influence du marnage est très forte, contribuant au développement d'une faune bien différente, interstitielle (1401 Crustacés Harpacticoides et 723 Nématodes récoltés par filet troubleau et drague), non prise en compte pour l'instant faute de bases comparatives et aussi relevant classiquement d'autres techniques de prélèvement (pompages, suceuse adaptée ?). En l'absence de racines aériennes et en raison de l'accessibilité rapide à cette station par la route, l'emploi de substrats artificiels doit être préconisé à l'avenir pour ce type de biotope d'aval. Les travaux préliminaires de GLÉMET et al. (2005), puis de GUILLEMET & CLAVIER (2006) ont en effet montré l'efficacité de cette technique sur les secteurs de cours d'eau soumis au marnage. Dans l'état actuel des connaissances faunistiques, l'utilisation du SMEG à cette station ne paraît pas pertinente sans l'appoint de substrats artificiels.

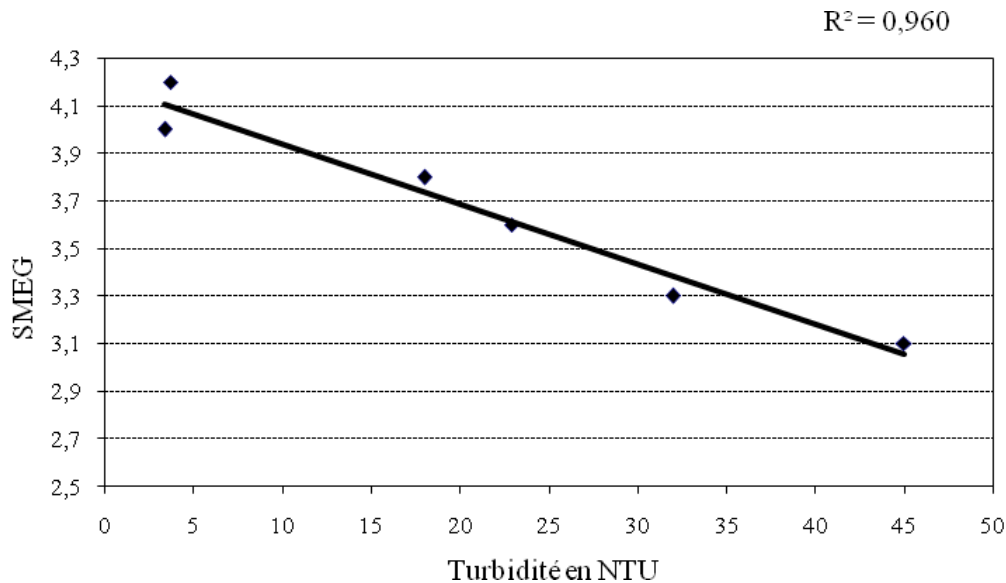


Figure 2. Corrélation entre l'indice SMEG (Score Moyen des Éphéméroptères de Guyane) et la turbidité (° NTU), stations soumises au marnage exclues. $R = - 0,98$; $P = 0,001$.

Figure 2. Correlation between the SMEG index (mean score of the mayflies of Guiana) and turbidity (° NTU), sites subject to tidal fluctuation excluded. $R = - 0,98$; $P = 0,001$.

5.5. Discussion

Dans le cas présent, le SMEG est fortement corrélé avec la turbidité (Fig. 2) : $R^2 = 0,9603$; $P = 0,001$. Le test sur R est très hautement significatif. Notons qu'en raison de l'action mécanique directe du marnage sur la turbidité (en particulier sur fond sableux, instable), les deux stations de l'aval n'ont pas été prises en compte pour cette corrélation.

Dans les limites de la présente étude, le SMEG paraît classer les stations de façon plus pertinente que l'indice de Shannon :

- les deux criques de référence obtiennent les meilleurs scores (1^e et 3^e rangs pour Shannon) ;
- la crique Kokioko, orpaillée au moment de la campagne de prélèvements, obtient un plus mauvais score que la Mana qu'elle impacte en aval de leur confluence, ce qui est logique.

Pour un bilan, il peut être avancé que la qualité de l'eau sur la partie inférieure de ce bassin versant était dans l'ensemble assez correcte, comme en témoignent les valeurs du SMEG aux stations 1 et 5 ; en tout cas elle n'était pas préoccupante en octobre 2005.

6. Biogéographie sommaire

Au plan de la faunistique des Éphéméroptères, bien qu'il ne s'agisse que de la partie inférieure du bassin versant de la Mana, le bilan - très provisoire puisque limité au taxon genre - de cette expédition peut être résumé ainsi (voir aussi le Tableau 5) :

- 25 genres d'Éphéméroptères présents, dont 20 nouveaux pour ce bassin qui n'est surpassé en richesse - dans l'état actuel de nos connaissances - que par le Sinnamary (30) et le Maroni (29).
- un genre nouveau pour la Guyane française (*Amanahyphes* Salles & Molineri, 2006) ;
- une espèce de Baetidae nouvelle pour la science, en cours de description.

En outre, le genre *Bessierus* Thomas & Orth, 2001 (espèce-type *doloris*), considéré comme rare (Oyapock, Haut-Maroni), a été retrouvé. *Cryptonympha* Lugo-Ortiz & McCafferty, 1995 apparaît lui aussi moins rare que sur la majorité des bassins versants des fleuves guyanais. Il semble se confirmer qu'*Americabaetis* Kluge, 1992 est le genre le plus répandu en Guyane (DOMINIQUE et al. 2001). À l'inverse, *Camelobaetidius* Demoulin, 1966 apparaît d'une grande rareté sur la Mana, en particulier comparativement au bassin voisin du Sinnamary.

Il serait particulièrement intéressant de remonter la Mana le plus loin possible en amont de Roche Bardot, donc par hautes eaux, pour compléter la présente étude. L'hydrosystème de la Mana pourrait être le premier de la Guyane Française, en ce qui concerne la richesse systématique des Éphéméroptères.

Remerciements

Il nous est très agréable de remercier : Manuel Molles, Université d'Albuquerque, USA, pour ses avis et son soutien, ainsi que Pierre Cugny et Jean-Louis Tichadou, Université de Toulouse ; l'équipe d'Hydreco Guyane à divers titres, en particulier Philippe Cerdan.

Travaux cités

- BOTOSANEANU, L. & A. THOMAS. 2005. Nouvelles contributions à la connaissance des Trichoptères de Martinique, avec description de deux espèces nouvelles (Trichoptera). *Ephemera*, 2004, **6** (1) : 33-58.
- CLIFFORD, H.T. & W. STEPHENSON. 1975. *An introduction to numerical classification*. Academic Press, New York, 229 pp.
- DOMINIQUE, Y., A. THOMAS, C. DAUTA & V. HOREAU. 2001. Les Éphémères de la Guyane Française. 4. Premier complément à l'inventaire générique, à but de biosurveillance : les Baetidae (Ephemeroptera). *Ephemera*, 2000, **2** (2) : 93-103.
- GLÉMÉT, R., A. THOMAS & V. HOREAU. 2005. Colonisation de substrats artificiels par les Éphémères dans des ruisseaux et rivières de Guyane Française : résultats préliminaires (Ephemeroptera). *Ephemera*, 2004, **6** (2) : 85-107.
- GUILLEMET, L. & S. CLAVIER. 2006. Mise en place d'un protocole d'échantillonnage adapté aux zones lenticules et aux zones aval des fleuves guyanais : les substrats artificiels. Rapport HYDRECO/DIREN. 29 pp.
- HOREAU, V. & S. RICHARD. 1996. La mise en eau de la retenue hydroélectrique de Petit-Saut (Guyane) Hydrochimie et hydrobiologie 1- du fleuve Sinnamary avant la mise en eau 2- de la retenue pendant la mise en eau du fleuve en aval. Thèses de l'Université de Marseille 1 Saint-Charles.

- ORTH, K., A. THOMAS, C. DAUTA, V. HOREAU, S. BROSSE & C. ADEMMER. 2001. Les Éphémères de la Guyane Française. I. Premier inventaire générique, à but de biosurveillance (Ephemeroptera). *Ephemera*, 2000, **2** (1) : 25-38.
- SALLES, F. F. & C. MOLINERI. 2006. *Amanahyphes saguassu*, a new genus and species of Leptohyphidae (Ephemeroptera : Ephemerelloidea) from Northern Brazil. *Aquatic Insects*, **28** (1): 1-12.
- SHANNON, C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell Systems Tech. Journal*, **27**: 379-423, 623-656.
- THOMAS, A., K. ORTH & Y. DOMINIQUE. 2001. Étude des Éphéméroptères de la Guyane Française : systématique, répartition géographique et élaboration d'un indice de qualité des eaux (SMEG). In IRD : Qualité des eaux des rivières de Guyane. Étude financée par la Diren Guyane.