



Guide Méthodologique

pour la mise en œuvre de

l'Indice Biologique

Macroinvertébré des Antilles

(IBMA)

**Caroline Bernadet, Heliott Tournon-Poncet,
Nicolas Bargier, Régis Cereghino**

PRINCIPAUX CONTACTS :

OFFICE DE L'EAU GUADELOUPE

- Sophie KANOR - sophie.kanor@office-eauguadeloupe.fr

DEAL GUADELOUPE

- Aurélie DERACO - aurelie.deraco@developpement-durable.gouv.fr

OFFICE DE L'EAU MARTINIQUE

- Julie GRESSER - julie.gresser@eaumartinique.fr
- Loïc MANGEOT - loic.mangeot@eaumartinique.fr

DEAL MARTINIQUE

- Christophe GILLET- christophe.gillet@developpement-durable.gouv.fr

OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES

- Olivier MONNIER - omonnier@mnhn.fr
- Yorick REYJOL - yorick.reyjol@onema.fr

ASCONIT CONSULTANTS

- Caroline BERNADET - caroline.bernadet@asconit.com
- Nicolas BARGIER - nicolas.bargier@asconit.com

UNIVERSITE PAUL SABATIER, LABORATOIRE ECOLAB (CNRS, UMR5245)

- Régis Céréghino – regis.cereghino@univ-tlse3.fr

Feuille de création et de mise à jour

NOM DU DOCUMENT : Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Macroinvertébré des Antilles (IBMA)

REFERENCE : Bernadet C., Touron-Poncet H., Bargier N. et Cérégino R., 2014. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Macroinvertébré des Antilles (IBMA). Rapport Offices de l'Eau de Martinique et de Guadeloupe, Directions de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Martinique et Guadeloupe, Version 1.0, 40 p.

HISTORIQUE DES EVOLUTIONS

VERSION	DATE	DESCRIPTION DES EVOLUTIONS
V 1.0	26/09/2014	Initialisation du document

Rédigé par :	Relecture par :	Approuvé par :
Caroline Bernadet, Heliott Touron-Poncet Avec la participation de Virginie Girard pour l'automatisation du calcul de l'indice (Asconit Consultants)	Nicolas Bargier (Asconit Consultants)	

Table des Matières

1.	AVANT-PROPOS.....	11
2.	DOMAINE D'APPLICATION	11
3.	TERMES ET DEFINITIONS	11
4.	ECHANTILLONNAGE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES.....	13
5.	CONSERVATION DES ECHANTILLONS.....	15
6.	TRAITEMENT DES ECHANTILLONS AU LABORATOIRE	16
6.1.	Lavage et tri des échantillons.....	16
6.2.	Détermination	16
7.	CONSERVATION DES INDIVIDUS (facultatif).....	18
8.	SAISIE DES DONNEES « LISTES FAUNISTIQUES »	18
9.	CALCUL DE L'INDICE IBMA.....	20
9.1.	Calcul des métriques	20
9.2.	Calcul des métriques relatives aux traits bioécologiques	21
9.3.	Biotypologie.....	22
9.4.	Valeurs de référence	24
9.5.	Calcul des écarts normalisés à la situation de référence	25
9.6.	Calcul de l'IBMA.....	25
10.	CLASSES DE QUALITE ECOLOGIQUES.....	26
10.1.	Sous-ecoregions G1, G2, G3, M4, M5	26
10.2.	Sous-ecoregion M6.....	26
11.	Niveaux d'incertitudes	26
12.	AUTOMATISATION DU CALCUL DE L'IBMA	26
13.	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	27
14.	ANNEXES.....	29

Table des figures

FIGURE 1. BIOTYPOLOGIES DES SITES DE GUADELOUPE (EN HAUT) ET DE MARTINIQUE (EN BAS) AYANT SERVI AU DEVELOPPEMENT DE L'IBMA. L'IDENTITE DES SITES EST DETAILLEE EN ANNEXE 2. 23

FIGURE 2. FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL DE CALCUL DE L'INDICE IBMA DANS SEEE. 27

Table des tableaux

TABLEAU 1. NIVEAUX DE DETERMINATION POUR LES DIFFERENTS..... 17

TABLEAU 2. LISTE DES TAXONS A PRENDRE EN COMPTE DANS LE CALCUL DE L'IBMA. 18

TABLEAU 3. CARACTERISTIQUES DES METRIQUES COMPOSITES DE L'INDICE IBMA. DE= EFFICACITE DE DISCRIMINATION 21

TABLEAU 4. VALEURS DE REFERENCES (MEILLEURES VALEURS ET PIRE VALEUR) POUR LA GUADELOUPE (SOUS-ECOREGIONS G1 A G3) MARTINIQUE (SOUS-ECOREGIONS M4 A M6) ET POUR CHACUNE DES SEPT METRIQUES COMPOSITES DE L'INDICE IBMA..... 24

TABLEAU 5. LIMITES DES CLASSES D'ETATS DE L'INDICE IBMA POUR LES SOUS-ECOREGIONS G1, G2, G3, M4 ET M5. 26

TABLEAU 6. LIMITES DES CLASSES D'ETATS DE L'INDICE IBMA POUR LA SOUS-ECOREGION M6. 26

TABLEAU 7. SUBSTRATS ECHANTILLONNES, ORDRE DE PRIORITE DE PRELEVEMENT DES SUBSTRATS (DU PLUS HABITABLE AU MOINS HABITABLE) ET MODE DE PRELEVEMENT SELON LE PROTOCOLE MULTIHABITATS NORMALISE (AFNOR, 2009). 29

TABLEAU 8. CLASSES DE VITESSE CONSIDEREES PAR LE PROTOCOLE DE PRELEVEMENT MULTIHABITATS NORMALISE (AFNOR, 2009). 29

TABLEAU 9. STATIONS DE MESURES DE MARTINIQUE AVEC LEUR APPARTENANCE AUX SOUS-ECOREGIONS BIOTYPOLOGIQUES. 30

TABLEAU 10. STATIONS DE MESURES DE GUADELOUPE AVEC LEUR APPARTENANCE AUX SOUS-ECOREGIONS BIOTYPOLOGIQUES. 32

TABLEAU 11. NOTES D'AFFINITE DE LA FAUNE MACROINVERTEBREE DES ANTILLES POUR LES NEUF MODALITES DU TRAIT ECOLOGIQUE « PREFERENDUM D'HABITAT ». LES NOTES SONT COMPRISES ENTRE 0 ET 1. 0=ABSENCE D'AFFINITE POUR LA MODALITE ; 1=AFFINITE MAXIMALE POUR LA MODALITE. LIGNE VIDE : ABSENCE DE DONNEES POUR CE TAXON. 35

1. AVANT-PROPOS

Ce document a été élaboré à la demande des Offices De l'Eau (ODEs) et Directions de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DEALs) de Martinique et de Guadeloupe afin d'orienter et de guider les personnes chargées d'évaluer la qualité biologique des cours d'eau de Martinique et de Guadeloupe par la méthode de l'Indice Biologique Macroinvertébré des Antilles (IBMA). Cet indice (3.8) répond aux exigences de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE ; 3.2).

A plusieurs reprises dans le présent guide, des normes (référentiels) sont prises pour références. Les lecteurs sont vivement encouragés à consulter ces normes. Les informations nombreuses et très détaillées présentées dans ces normes ne peuvent être reprises dans leur intégralité dans ce guide, qui a pour objectif de guider les personnes en charges de l'évaluation de la qualité des cours d'eau davantage dans l'application précise de la méthode de l'IBMA, plus que dans l'application des protocoles requis dans la démarche en amont du calcul de l'IBMA.

Le contenu des normes est malgré tout résumé succinctement dans ce guide pour une meilleure compréhension de la démarche et pour faciliter la prise en main du document.

L'IBMA a fait l'objet d'une publication dans une revue scientifique qui peut être consultée pour plus de détails, notamment sur la méthodologie de création de l'indice, mais aussi sur le contexte de son développement et les tests de performance de l'indice :

Touron-Poncet H., Bernadet C., Compin A., Bargier N. et Cereghino R., 2014. Implementing the Water Framework Directive in overseas Europe: a multimetric index for river bioassessment in Caribbean islands. *Limnologia*, 47, 34-43.

2. DOMAINE D'APPLICATION

La méthode de l'IBMA peut être appliquée sous condition que le protocole de prélèvement des communautés de macroinvertébrés normalisé XP T 90-333 (AFNOR 2009) puisse être appliqué.

De façon très sommaire, ce protocole de prélèvement (et donc la méthode de l'IBMA) est applicable dans les sites **d'eau courante** à l'exception des zones de sources, des zones saumâtres et des cours d'eau profonds non prélevables avec des appareils à main de type filet Surber (3.14) ou haveneau. On entend par « zone de source » les sources *sensu stricto* (lieu où l'eau sort de terre) mais aussi les ruisselets à l'aval qui ne sont pas prélevables avec le matériel utilisé (Surber et haveneau inadaptés) du fait de la trop faible largeur du cours d'eau.

3. TERMES ET DEFINITIONS

3.1.

DE : Efficacité de Discrimination. Reflète le pouvoir de discrimination d'une métrique pour un type de pression donné (Ofenböck et al., 2004).

3.2.

Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : Désignée administrativement sous l'appellation de directive 2000/60/CE, elle a pour but de doter l'Union européenne d'un ensemble législatif sur l'eau, cohérent en termes de protection et de gestion de la ressource dans le cadre d'un développement durable. Cette directive définit des objectifs qualitatifs de préservation et de restauration de l'état des eaux superficielles (douces et côtières) et des eaux souterraines. Ainsi, ces eaux doivent atteindre le bon état écologique et

chimique d'ici 2015. Outre cet objectif, la DCE institue cinq grands principes de gestion : la gestion par bassin versant, la fixation d'objectifs par masse d'eau, une analyse économique du prix de l'eau avec intégration des coûts environnementaux, un mode de gouvernance en faveur de l'intégration du public et de la transparence, une planification et une programmation avec des échéances et une méthode de travail spécifique.

3.3.

Élutriation : méthode permettant, par agitation dans l'eau, la séparation de la fraction organique (qui est remise en suspension dans la masse d'eau et récupérée dans un tamis de maille 0,5 mm) et la fraction minérale (lourde et restant au fond du récipient utilisé) selon leur densité. Deux phases sont donc séparées : la fraction surnageante et le refus d'élutriation.

3.4.

EQR : Ratio de Qualité Ecologique. Aussi appelé « écart à la référence », l'EQR est le rapport entre un état observé et l'état que "devrait" avoir le milieu en l'absence de perturbation anthropique. L'EQR est calculé sur la base d'indices, son résultat est un ratio sur une échelle de 0 à 1. L'expression de l'état en EQR est une exigence de compatibilité DCE des méthodes d'évaluation.

3.5.

Etat de référence : l'état de référence d'un milieu aquatique est l'état dans lequel il serait dans des conditions naturelles ou proches du naturel, c'est à dire non impactées par les activités anthropiques. Cette notion est très différente de celle de biodiversité, puisqu'un milieu peut, par exemple, être naturellement pauvre, ou chargé en matières organiques et en azote, ou pauvre en oxygène. Cette référence est donc obligatoirement rapportée au type de milieu considéré (typologie).

3.6.

Habitat : combinaison d'un substrat et d'une classe de vitesse de courant en surface. L'annexe 1 liste les 12 types de substrats (litières, blocs, etc.) et les quatre classes de vitesse utilisées.

3.7.

Habitabilité : aptitude d'un substrat à accueillir une faune diversifiée. L'ordre d'habitabilité donné en annexe 1 classe les substrats selon leur habitabilité théorique, donné par la norme XP T 90-333.

3.8.

Indice : indicateur global d'évaluation de l'état du système.

3.9.

Indice multimétrique : combinaison de métriques qui, ensemble, sont présumées représenter une gamme de réponses des communautés biologiques aux perturbations d'origines anthropiques.

3.10.

Macro-invertébrés aquatiques : les macro-invertébrés aquatiques regroupent les insectes (larves, nymphes ou adultes), les crustacés, les mollusques, les vers et autres invertébrés, fixés sur un substrat ou non, dont une partie au moins du cycle de vie est aquatique. Ils doivent être retenus dans un filet de 0,5 mm de vide de maille.

3.11.

Métrique : mesure calculée qui décrit certains aspects d'une communauté biologique tels que sa structure, son fonctionnement, ou toute autre caractéristique biologique. Par exemple, la richesse taxonomique ou le taux d'espèces détritivores.

3.12.

Station de mesure (pour les prélèvements des macroinvertébrés benthiques) : lieu situé sur un cours d'eau, ou tronçon de rivière, sur lequel sont effectués des mesures ou des prélèvements en vue d'analyses biologiques. Ces mesures peuvent être réalisées en différents points de prélèvements, tous réputés cohérents et représentatifs de la même station de mesure.

3.13.

Substrat : éléments ou association d'éléments minéraux et/ou organiques, présentant des caractères physiques homogènes sur une certaine surface. La liste des substrats est donnée en annexe 1.

3.14.

Surber : appareil de prélèvement constitué d'un cadre équipé d'un filet de 0,5 mm de vide de maille et d'une base de 1/20 m².

3.15.

Taxon : unité systématique de détermination taxonomique.

3.16.

Biotypologie : La typologie des masses d'eau regroupe des milieux aquatiques homogènes du point de vue de certaines caractéristiques naturelles (relief, géologie, climat, débit...) qui ont une influence structurante sur la répartition géographique des organismes biologiques. La biotypologie considère aussi les peuplements biologiques (ici les communautés de macroinvertébrés benthiques).

3.17.

Tri : phase de travail en laboratoire, consistant à i) différencier les macro-invertébrés des autres éléments minéraux ou organiques présents dans l'échantillon, ii) différencier et extraire des individus de chaque taxon au niveau de détermination requis par la méthode (famille, genre ...) et iii) dénombrer ou estimer les effectifs de chaque taxon.

4. ECHANTILLONNAGE DES MACROINVERTEBRES BENTHIQUES

Le protocole de prélèvement normalisé **XP T 90-333 (AFNOR 2009)** intitulé « Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes » est appliqué.

*Nous conseillons de se référer directement à la **norme de prélèvements XP T 90-333 (AFNOR, 2009)** intitulée « Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes » et au **Guide d'application de la norme expérimentale XP T 90-333:2009 (AFNOR, 2012)** pour des informations complètes et précises. Ces documents indispensables apportent des informations nombreuses et essentielles en lien direct avec l'application du protocole de prélèvement des macro-invertébrés benthiques (allant du positionnement des stations de mesure au traitement des échantillons sur le terrain, en passant par l'établissement du plan d'échantillonnage et les méthodes de prélèvement des substrats, etc.). Ils donnent aussi de nombreuses recommandations/prescriptions à chaque étape du protocole de prélèvement. Ces documents complets et illustrés d'exemples doivent obligatoirement être consultés et maîtrisés pour appliquer correctement le protocole de prélèvement des macroinvertébrés benthiques.*

PERIODE D'ECHANTILLONNAGE :

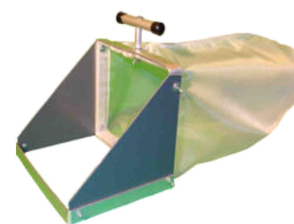
Le protocole est applicable en toute saison, toutefois, il est préférable d'éviter la période de hautes eaux (niveaux d'eaux très variables, ce qui a des répercussions sur les communautés biologiques).

Les prélèvements ne peuvent être réalisés qu'en période de **débit stabilisé** depuis au moins 16 jours (Touron-Poncet, 2014). Par conséquent, les prélèvements ne doivent pas être réalisés durant des événements hydrologiques exceptionnels dommageables pour les invertébrés (e.g. forte crue ou assec). Il est donc recommandé d'attendre au minimum 2 semaines après une crue cyclonique ou à la suite du tarissement d'un cours d'eau.

PRINCIPE :

Suivant ce protocole, sur chaque station de mesure (3.12), douze prélèvements représentatifs des principaux habitats (couple substrat/vitesse du courant ; définitions 3.6 et 3.13) repérés sur la station sont réalisés à l'aide d'un filet Surber (vide de maille : 500 μm ; surface échantillonnée : 1/20 de m^2 ; 3.14), au prorata des surfaces de recouvrement relatives des différents habitats. Au préalable, la station doit être parcourue sur toute sa longueur afin de repérer les faciès d'écoulement (vitesses du courant) et d'estimer visuellement les surfaces relatives de recouvrement des différents substrats présents sur la station (après détermination de la surface mouillée de la station).

Ensuite, chaque substrat repéré est classé en substrat « dominant » (i.e. de surface relative supérieure ou égale à 5% de la surface de la station) ou « marginal » (i.e. de surface relative strictement inférieure à 5% de la surface de la station). Les habitats marginaux et dominants ($\geq 5\%$) seront échantillonnés, ce qui permet d'obtenir une image globale moyenne du peuplement d'invertébrés de la station.



Filet Surber

Une fois le repérage et le classement des substrats réalisés, le plan d'échantillonnage peut être établi pour chaque station. L'échantillonnage se fait en trois phases :

- Phase A : les substrats marginaux sont échantillonnés en fonction de l'ordre de priorité préconisé, en référence à l'habitabilité (3.7) des substrats (prélèvements numéros 1 à 4 ; bocal A) (Annexe 1) ;
- Phase B : les substrats dominants sont échantillonnés en fonction de l'ordre de priorité préconisé (en référence à l'habitabilité des substrats) (prélèvements numéros 5 à 8 ; bocal B) ;
- Phase C : les substrats dominants sont échantillonnés au prorata de leurs surfaces de recouvrement relatives, tout en prenant en compte (1) les prélèvements déjà réalisés en phases A et B et (2) l'ordre de priorité préconisé dans les cas où plus de quatre substrats dominants sont présents simultanément sur la station (prélèvements numéros 9 à 12 ; bocal C).

A l'issue de cette phase, un plan d'échantillonnage représentatif de la mosaïque d'habitats présents sur la station est obtenu.

Sur le terrain, les éléments organiques et minéraux grossiers sont éliminés des prélèvements après avoir été soigneusement lavés et examinés. Chaque prélèvement est ensuite fixé sur le terrain avec du formaldéhyde (concentration finale : 4%) pour sa conservation en vue de la détermination en laboratoire des organismes qui les composent.



Exemples de faciès d'écoulement : cascade (à gauche) et mouille (à droite).



Exemples de substrats (de gauche à droite, et de bas en haut) : litière, chevelu racinaire, pierres et dalle rocheuse.

5. CONSERVATION DES ECHANTILLONS

Les techniques de conservations sont présentées dans la norme de prélèvement **XP T 90-333 (AFNOR 2009)**.

Les techniques de conservations qui peuvent être utilisées sont la conservation au formol, la conservation à l'éthanol ou encore la congélation. Il est rappelé que le formol présente des risques graves pour la santé.

Formol : La solution du commerce est diluée pour atteindre une concentration finale de formaldéhyde de 3 % à 4 % dans l'échantillon (ou 10% si l'échantillon contient une grande quantité de matière organique). Il est recommandé de neutraliser la solution du commerce (par exemple avec du carbonate de calcium) pour éviter la dissolution des coquilles de mollusques.

Éthanol : La concentration finale dans l'échantillon doit être d'un minimum de 70 % à 80 % d'éthanol. Compte tenu de la teneur en eau des échantillons, de l'éthanol à 90% doit être ajouté aux échantillons pour obtenir cette teneur finale.

Congélation : Les congélateurs à usage alimentaire garantissent largement les besoins pour l'hydrobiologie (capacité, température, ...).

NOTE SUR LA SECURITE : la manipulation des produits chimiques doit respecter les consignes des fiches de sécurité (notamment port de gants et de lunettes sur le terrain, étiquetage des flacons).

6. TRAITEMENT DES ECHANTILLONS AU LABORATOIRE

6.1. LAVAGE ET TRI DES ECHANTILLONS

Les prélèvements sont lavés et triés au laboratoire conformément à **la norme XP T 90-388 (AFNOR 2010)** qui s'applique au traitement en laboratoire d'échantillons provenant de prélèvements de macro-invertébrés aquatiques de cours d'eau et notamment aux échantillons de substrats prélevés selon la norme XP T 90-333.

Le lavage de l'échantillon permet d'éliminer tous les éléments organiques ou minéraux qui pourraient gêner le tri ultérieur, ainsi que les éventuels conservateurs. Il est réalisé sur un tamis de 0.5 mm de vide de maille.

Au cours du lavage, un prétraitement de l'échantillon peut être réalisé pour faciliter le tri ultérieur (séparation de fractions granulométriques sur colonne de tamis ou par élutriation (3.3), etc.).

L'objectif du tri (3.17) est d'extraire de l'échantillon (ou des fractions obtenues après lavage) le maximum de taxons (3.15) présents.

Les exuvies, les coquilles et les fourreaux vides ne sont pas pris en compte.

La totalité de l'échantillon doit être observée sous loupe binoculaire.

Matériel de lavage/pré-traitement :

- tamis de vide de maille de 0.5 mm
- tamis de vide de maille >0.5 mm (facultatif)
- récipients

Matériel de tri :

- pinces fines, pinces diverses (fines, très épaisses, ...) ;
- récipient de tri ;
- loupes binoculaires permettant d'atteindre au minimum un grossissement total de X 80 ;
- éclairage suffisamment puissant.

6.2. DETERMINATION

L'objectif est de dénombrer et de déterminer les taxons de macro-invertébrés, à un niveau au moins égal à celui demandé pour calculer l'IBMA, et d'établir une liste faunistique (qui contient l'abondance par taxon pour tous les taxons présents dans l'échantillon) sur la base de laquelle l'indice sera calculé. La détermination est faite sous loupe binoculaire. Elle doit prendre en compte les larves, les nymphes et les adultes considérés comme aquatiques dans les ouvrages de détermination.

Une liste faunistique est établie indiquant tous les taxons trouvés, par phase (phases A, B et C ; cf. §4.).

Matériel de détermination (outre celui déjà cité ci-dessus pour le tri) :

- documents permettant la détermination taxonomique au niveau requis par la méthode.

L'ouvrage de base pour la détermination des macro-invertébrés des Antilles est l'Atlas des Macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de Martinique et Guadeloupe (Bernadet et al., 2014). Cet atlas reprend, met à jour et complète les éléments des clefs préexistantes, à savoir les clefs martiniquaises et guadeloupéennes établies par le CESAC (CESAC 2001 et 2002). Certains taxons, notamment de l'ordre des Diptères, sont documentés dans la clef des invertébrés d'eau douce de H. Tachet (Tachet et al., 2010).

Niveaux de détermination :

Les individus sont déterminés généralement au niveau du genre ou de l'espèce, excepté pour les diptères et oligochètes qui sont déterminés à un niveau taxonomique supérieur comme la famille, l'ordre ou la tribu pour les Chironominae (Tableau 1).

Exceptionnellement, le niveau peut être moins précis pour des individus trop jeunes ou abimés qui ne peuvent être déterminés avec certitude au niveau de détermination requis. Dans ce cas, l'explication doit figurer en commentaire de la liste.

Tableau 1. Niveaux de détermination pour les différents grands groupes de macroinvertébrés benthiques

Taxa		Niveau taxonomique
Hydracarina		Phylum
Nemertea		Phylum
Polychaeta		Classe
Oligochaeta		Classe
Turbellaria		Famille
Annelida		Famille
Mollusca/Gastropoda	Sauf <i>Gundlachia radiata</i> , <i>Amerianna carinata</i>	Famille
	<i>Gundlachia radiata</i> , <i>Amerianna carinata</i>	Espèce
Mollusca/Bivalvia		Espèce
Crustacea/Amphipoda		Genre
Crustacea/Decapoda	Sauf <i>Macrobrachium</i> sp., <i>Potimirim</i> sp.	Espèce
	<i>Macrobrachium</i> sp., <i>Potimirim</i> sp.	Genre
Crustacea/Malacostraca		Espèce
Crustacea/Ostracoda		Classe
Trichoptera		Genre
Ephemeroptera	Sauf Caenidae	Genre
	Caenidae	Espèce
Heteroptera		Genre
Coleoptera	Sauf Staphilinidae	Genre
	Staphilinidae	Famille
Diptera	Sauf Ceratopogonidae, Chironomidae, Psychodidae	Famille
	<i>Maruina</i> sp.	
	Ceratopogonidae, Chironomidae (Sauf Chironominae)	Sous-Famille
	Chironominae	Tribu
	Psychodidae <i>Maruina</i> sp.	Genre
Odonata		Espèce
Lepidoptera	Sauf Pyralidae	Ordre
	Pyralidae	Famille

7. CONSERVATION DES INDIVIDUS (facultatif)

Pour des contrôles de qualité, un «échantillon-témoin» contenant tous les individus ou au moins un individu de chacun (suivant l'étude) des différents taxons rencontrés sur le point de prélèvement peut être constitué (conservation dans de l'éthanol à 70% par exemple). Ce nombre peut être augmenté pour les contrôles qualité.

Il n'est pas nécessaire de conserver tous les individus.

8. SAISIE DES DONNEES « LISTES FAUNISTIQUES »

Tous les taxons présents dans les échantillons ne sont pas forcément considérés pour calculer l'IBMA. Les taxons à prendre en compte dans le calcul de l'IBMA sont listés dans le Tableau 2. Les taxons doivent être saisis par phases (A, B et C).

Tableau 2. Liste des taxons à prendre en compte dans le calcul de l'IBMA.

Phylum	Classe/Ordre	Ss-classe/famille/ss-famille	Espèce		
Nemertea					
Hydracarina					
Annelida	Achaeta	F/ Dugesiidae			
		F/ Erpobdellidae			
		F/ Glossiphoniidae			
	Oligochaeta	Cl/ Oligochètes			
	Polychaeta	Cl/ Polychètes			
	Mollusca	Gastropoda	F/ Ampullariidae	<i>Pomacea glauca</i>	
F/ Cochliopidae					
Nerite ND					
F/ Neritidae			<i>Neritina sp.</i>		
F/ Neritiliidae					
Planorbidae			Autres Planorbidae		
Planorbidae			<i>Ameriana carinata</i>		
Planorbidae			<i>Gundlachia radiata</i>		
F/ Physidae					
F/ Thiaridae					
Bivalvia			F/ Sphaeriidae		
Crustacea			Ostracoda	sCl/ Ostracodes	
			Amphipoda	Cl/ Amphipodes	<i>Hyalella caribbeana</i>
	Decapoda	F/ Atyidae	<i>Atya sp.</i>		
		F/ Atyidae	<i>Jonga serrei</i>		
		F/ Atyidae	<i>Micratya poeyi</i>		
		F/ Atyidae	<i>Potimirim sp.</i>		
		F/ Xiphocaridae	<i>Xiphocaris elongata</i>		
		F/ Palaemonidae	<i>Macrobrachium sp.</i>		
		F/ Grapsidae	<i>Sesarma sp.</i>		
		F/ Pseudohelphusidae	<i>Guinotia sp.</i>		
		Insecta	Trichoptera	F/ Calamoceratidae	<i>Phylloicus sp.</i>
				F/ Ecnomidae	<i>Austrotinodes sp.</i>
	F/ Glossosomatidae			<i>Protoptila sp.</i>	
	F/ Helicopsychidae			<i>Helicopsyche sp.</i>	
	F/ Hydropsychidae			<i>Smicridea sp.</i>	
	F/ Hydroptilidae				
	F/ Hydroptilidae			<i>Alisorichia sp.</i>	
F/ Hydroptilidae	<i>Hydroptila sp.</i>				
F/ Hydroptilidae	<i>Metrichia sp.</i>				
F/ Hydroptilidae	<i>Neotrichia sp.</i>				
F/ Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia sp.</i>				
F/ Hydroptilidae	<i>Oxyethira sp.</i>				
F/ Hydroptilidae	<i>Zumatrichia sp.</i>				
F/ Leptoceridae	<i>Oecetis sp.</i>				
F/ Philopotamidae	<i>Chimarra sp.</i>				

Phylum	Classe/Ordre	Ss-classe/famille/ss-famille	Espèce
		F/ Polycentropodidae	
		F/ Polycentropodidae	<i>Cernotina</i> sp.
		F/ Polycentropodidae	<i>Polyplectropus</i> sp.
		F/ Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron fuscum</i>
	Ephemeroptera	F/ Baetidae	<i>Baetidae</i> sp.
		F/ Baetidae	<i>Americabaetis</i> sp.
		F/ Baetidae	<i>Callibaetis</i> sp.
		F/ Baetidae	<i>Cloedes caraibensis</i>
		F/ Baetidae	<i>Fallceon ater</i>
		F/ Caenidae	<i>Caenis</i> sp.
		F/ Caenidae	<i>Caenis femina</i>
		F/ Caenidae	<i>Caenis catherinae</i>
		F/ Leptohyphidae	
		F/ Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp.
		F/ Leptohyphidae	<i>Tricorythodes</i> sp.
		F/ Leptophlebiidae	
		F/ Leptophlebiidae	<i>Hagenulopsis guadeloupensis</i>
		F/ Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.
	Coleoptera	F/ Dytiscidae	<i>Laccophilus</i> sp.
		F/ Elmidae	<i>Elsianus</i> sp.
		F/ Elmidae	<i>Neoelmis</i> sp.
		F/ Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp.
		F/ Gyridae	<i>Gyretes</i> sp.
		F/ Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp.
		F/ Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.
		F/ Staphylinidae	
		F/ Gerridae	
		F/ Gerridae	<i>Limnogonus</i> sp.
		F/ Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i> sp.
		F/ Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.
		F/ Veliidae	<i>Microvelia</i> sp.
	Diptera	F/ Blephariceridae	
		F/ Cecidomyiidae	
		F/ Ceratopogonidae	
		sF/ Ceratopogoninae	
		sF/ Forcypomyiinae	
		sF/ Dasyheleneidae	
		Chironomidae - Chironomini	Autres <i>Chironomini</i>
		Chironomidae - Chironomini	<i>Stenochironomus</i> sp.
		Chironomidae	<i>Tanytarsini</i>
		Chironomidae	sF/ Orthocladinae
		Chironomidae	sF/ Tanypodinae
		F/ Culicidae	
		F/ Empididae	<i>Hemerodromia</i> sp.
		F/ Ephydriidae	
		F/ Limoniidae	
		F/ Psychodidae	Autres <i>Psychodidae</i>
		F/ Psychodidae	<i>Maruina</i> sp.
		F/ Rhagionidae	<i>Chrysopilus</i> sp.
		F/ Simuliidae	
		F/ Syrphidae	
	Odonata	Zygoptera ND	
		F/ Coenagrionidae	<i>Argia concinna</i>
		F/ Coenagrionidae	<i>Enallagma coecum</i>
		F/ Coenagrionidae	<i>Ischnura ramburii</i>
		F/ Libellulidae	<i>Brechmorhoga</i> sp.
		F/ Libellulidae	<i>Macrothemys meurgeyi</i>
		F/ Protoneuridae	
	Lepidoptera	Lépidoptères autres	

Phylum	Classe/Ordre	Ss-classe/famille/ss-famille	Espèce
		F/ Pyralidae	

9. CALCUL DE L'INDICE IBMA

9.1. CALCUL DES METRIQUES

L'Indice Biologique Macroinvertébrés des Antilles (IBMA) est un indice multimétrique (3.9) qui considère **sept métriques** (3.11) :

- le trait relatif au préférendum d'habitat des substrats minéraux grossiers « Blocs Dalles Pierres Galets » : la préférence pour les « blocs » (plus gros substrats minéraux) diminue avec l'impact anthropique. Les macroinvertébrés vivant préférentiellement sur ces substrats minéraux grossiers sont des taxons rhéophiles qui sont généralement polluosensibles en eaux tempérées ;
- le trait relatif au préférendum d'habitat pour la vase : la préférence pour la vase augmente avec la détérioration du milieu. Les organismes vivant dans la vase (e.g. Chironomidae, Syrphidae) présentent des adaptations pour survivre dans des environnements faiblement oxygénés (hémoglobine, siphon respiratoire) qui leur confère une résistance à la pollution ;
- le nombre de taxons d'Ephéméroptères + Trichoptères + Coléoptères (ETC) dans les phases A+B ;
- le nombre de taxons de trichoptères dans les phases B+C ;
- l'abondance d'Ephéméroptères dans les phases B+C ;

Les insectes éphéméroptères, trichoptères et coléoptères sont bien connus pour leur sensibilité à la dégradation de l'environnement.

- la richesse taxonomique des phases B+C ;
- l'indice de Shannon calculé sur les phases B+C ;

Ces deux indicateurs sont parmi les plus fiables dans la plupart des indices multimétriques, et montrent une bonne réactivité aux perturbations anthropiques.

A, B et C correspondant aux différentes phases du protocole de prélèvement normalisé XP T 90-333 (Septembre 2009) (cf. §4).

Ces sept métriques doivent être calculées pour chaque site dont la qualité écologique est à évaluer à partir de l'inventaire faunistique établi pour le site, en prenant garde à considérer les phases du prélèvement demandées (A, B, C).

Toutes ces métriques sont initialement (avant normalisation) de TYPE II (décroissantes avec les impacts anthropiques), excepté la métrique relative au préférendum d'habitat pour la vase qui est une variable de type III (croissante)¹.

¹ Les métriques de TYPE I sont les métriques qui ne répondent pas en situation de perturbation(s) anthropique(s).

Chacune des sept métriques composites est caractérisée par un coefficient qui reflète son efficacité à discriminer les sites soumis à des impacts anthropiques des sites de référence (cf. définition de l' « état de référence » ; 3.5). Ces coefficients, notés DE (Efficacité de Discrimination ; 3.1) sont donnés dans le tableau suivant. Ils entreront en compte dans le calcul de l'indice.

Ces sept métriques sont les plus stables en conditions de références et les plus discriminantes des 411 métriques qui ont été testées pour construire l'indice.

Tableau 3. Caractéristiques des métriques composites de l'indice IBMA. DE= Efficacité de discrimination

Métrique	Type de réponse	DE
BlocsDallesPierresGalets [A+B+C]	Croissante	0.87
Abondance Ephemeroptera [B+C]	Croissante	0.62
Nombre de taxons ETC [A+B]	Croissante	0.79
Nombre de taxons [B+C]	Croissante	0.64
Nombre de taxons Trichoptera [B+C]	Croissante	0.74
Indice de Shannon [B+C]	Croissante	0.73
Vase [A+B+C]	Décroissante	0.67

9.2. CALCUL DES METRIQUES RELATIVES AUX TRAITS BIOECOLOGIQUES

Deux métriques composites de l'IBMA sont des modalités du trait écologique relatif au préférendum d'habitat.

Pour chaque taxon, nous disposons d'un jeu de données chiffrées codant sa relation avec les 9 modalités du trait préférendum d'habitat existantes. Ces notes d'affinités sont présentées en (annexe 3).²

Pour une station, les deux métriques sont calculées de la façon suivante :

$$X_p = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \times a_{ip}}{\sum_{1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq 9} N_i \times a_{ij}} \times 100$$

avec X_p = la valeur de la métrique pour la modalité p du trait écologique « préférendum d'habitat » d'intérêt (vase ou bloc), i = les taxons pris en compte dans le calcul de l'IBMA, N_i = le nombre total d'individus du taxon i (phases A, B et C confondues), a_{ij} = la note d'affinité du taxon i pour la modalité du trait j , a_{ip} = la note d'affinité du taxon i pour la modalité du trait p (cf. annexe 3).

Par ce calcul, pour chaque taxon, les notes d'affinités sont pondérées par l'effectif total du taxon. Il faut ensuite additionner toutes les valeurs de la station pour chaque modalité

² Les valeurs du trait écologique « préférendum d'habitat » établies pour la France métropolitaine (Tachet et al., 2010) ont été étendues à la faune des Antilles françaises, et complétées pour les taxons « régionaux » grâce à des travaux réalisés en zone tropicale (Bolivie ; Tomanova et Usseglio-Polatera, 2007 ; Tomanova et al., 2008).

et créer une répartition des différentes modalités sur la station sous forme de pourcentages.

9.3. BIOTYPOLOGIE

L'IBMA est un indice DCE-compatible qui mesure l'écart d'une communauté à sa référence. **Six sous-écorégions** (ou sous-ensembles biotypologiques ; 3.16) ont été mises en évidence en Guadeloupe (appelées « G1 », « G2 » et « G3 ») en Martinique (« M4 », « M5 » et « M6 ») à partir des communautés de macroinvertébrés benthiques (Bernadet et al., 2013 ; Touron-Poncet et al., 2013). Il s'agit des régions :

- **G1** pour le sous-ensemble regroupant des sites localisés dans la partie Centre Nord-Est de la Basse-Terre en Guadeloupe. Les sites sont proches géographiquement mais très distants au niveau de la qualité de l'eau. Les stations impactées montrent de très fortes dégradations (plus fort azote Kjeldahl) dans un environnement urbain ou agricole, tandis que les stations de références sont en zone de forêt ;
- **G2** pour le sous-ensemble regroupant des stations situées dans la partie Ouest de la Basse-Terre en Guadeloupe. Une légère influence agricole se retrouve dans les sites de référence, pour la plupart en zone de forêt. Les stations impactées sont réparties dans des environnements urbain, agricole et/ou forestier. Du point de vue de l'impact anthropique, cette sous-région représente un intermédiaire entre les sous-régions G1 et G3 ;
- **G3** pour le sous-ensemble regroupant des stations situées dans la partie Sud de la Basse-Terre en Guadeloupe. Les stations présentent des caractéristiques propres à un milieu volcanique avec une forte minéralisation de l'eau. Les stations impactées sont réparties dans les trois environnements (urbain, agricole et forestier) ;
- **M4** pour le sous-ensemble regroupant les stations situées en altitude et dans la partie Nord de la Martinique. L'écoulement de l'eau est torrentiel, et les substrats grossiers (blocs, dalles). Les stations sont dans un environnement forestier, préservé de l'urbanisation et des activités agricoles ;
- **M5** pour le sous-ensemble regroupant les stations situées en moyennes en basses altitudes dans la partie Nord de la Martinique. L'écoulement de l'eau y est relativement turbulent, et les substrats restent assez grossiers (blocs, dalles). Les stations sont impactées par l'urbanisation et/ou les activités agricoles, de manière plus ou moins forte (taux d'ammonium élevé).
- **M6** pour le sous-ensemble regroupant les stations situées dans la partie Sud de la Martinique. Les stations sont situées à de basses altitudes. L'écoulement y est lentique et la granulométrie plus fine (pierres-galets, graviers, sable). Les stations sont impactées par leur environnement agricole et/ou fortement urbanisé, ce qui engendre un taux de matières en suspension élevé sur la plupart des stations de ce sous-ensemble.

Chaque sous-écorégion dispose de ses sites de références (et valeurs de références) qui servent de point de comparaison pour calculer l'écart à la référence des sites dont la qualité écologique est à déterminer.

Il faut donc attribuer chaque site dont la qualité écologique est à déterminer à une sous-région biotypologique.

Les cartes ci-après indiquent l'appartenance aux sous-écorégions des sites ayant servis au développement de l'indice (cf. annexe 2 pour plus de détails).

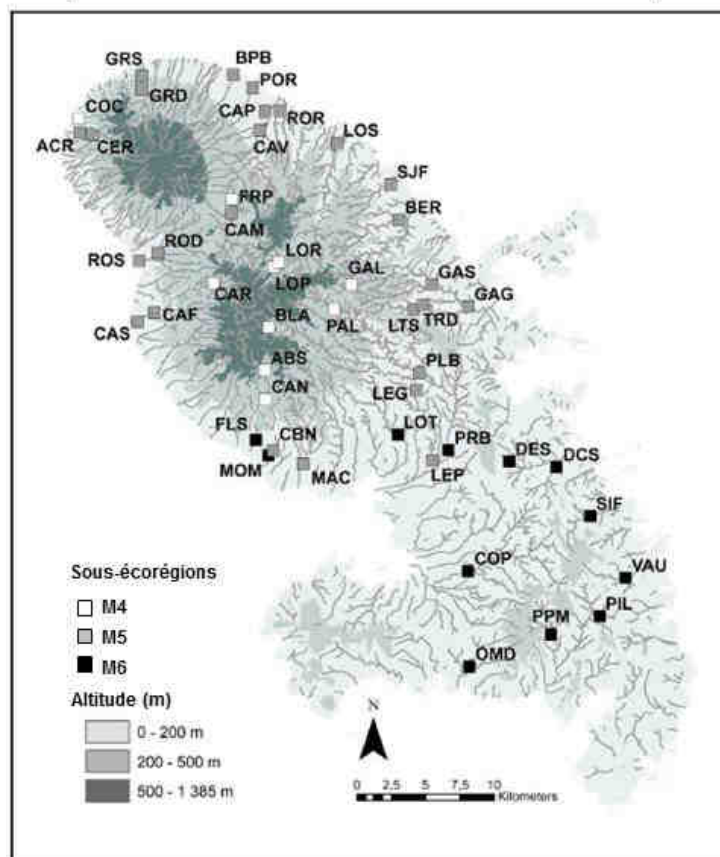
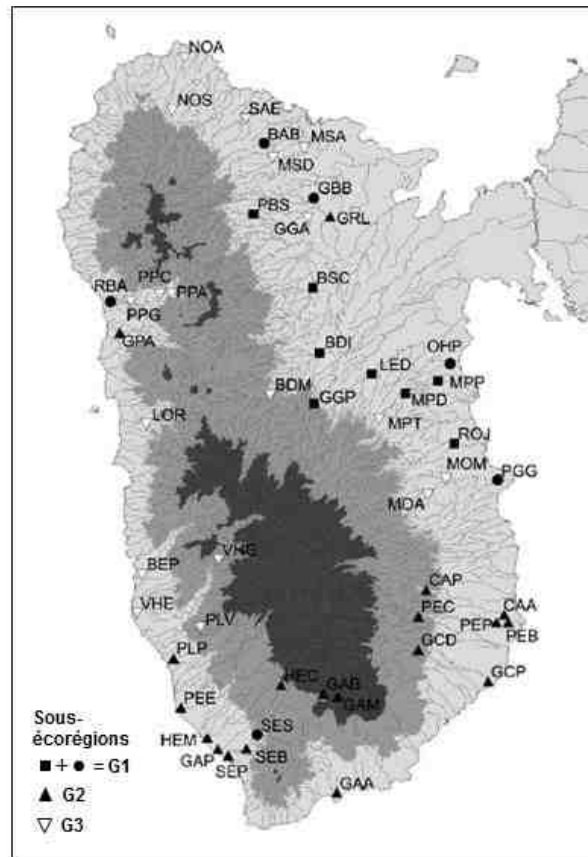


Figure 1. Biotypologies des sites de Guadeloupe (en haut) et de Martinique (en bas) ayant servi au développement de l'IBMA. L'identité des sites est détaillée en annexe 2.

9.4. VALEURS DE REFERENCE

La Martinique et la Guadeloupe disposent de six jeux de valeurs de références, soit un par sous-région biotypologique. Ces valeurs servent de point de comparaison pour évaluer la qualité écologique de chacun des sites à partir de ses références. Autrement dit, on utilise comme point de comparaison le jeu de valeurs de références correspondant à la sous-région à laquelle appartient le site dont la qualité écologique est à évaluer.

Les valeurs de références (meilleures valeurs et pire valeur) des métriques nécessaires au calcul des valeurs d'EQRs (Ratios de Qualité Ecologique ; 3.4) à partir des valeurs observées des métriques (valeurs du site dont la qualité est à évaluer) sont données dans le tableau ci-dessous.

Elles sont données pour chaque métrique et sont propres à chacune des sous-régions biotypologiques.

Tableau 4. Valeurs de références (meilleures valeurs et pire valeur) pour la Guadeloupe (sous-écorégions G1 à G3) Martinique (sous-écorégions M4 à M6) et pour chacune des sept métriques composites de l'indice IBMA.

Sous-écorégion	Valeurs de références	BlocsDalles PierresGalets [A+B+C]	Vase [A+B+C]	Nombre de taxons ETC [A+B]	Nombre de taxons [B+C]	Indice de Shannon [B+C]	Nombre de taxons Trichoptera [B+C]	Abondance Ephemeroptera [B+C]
G1	Moyenne LIRR	23.4719	8.3919	47.4027	38.1429	2.8491	21.9336	16.4904
	Ecart-type LIRR	2.6728	1.6626	5.8086	5.2735	0.1755	2.9830	7.8073
	Meilleure valeur	1.3386	-1.2654	0.9271	1.2271	1.3029	0.8977	1.672
G2	Moyenne LIRR	28.2483	6.7348	48.1151	33.0000	2.6808	19.4743	35.6499
	Ecart-type LIRR	5.1205	1.9193	3.6119	4.6904	0.2654	4.0386	12.3618
	Meilleure valeur	1.5868	-1.2677	1.6194	1.3989	1.3274	1.3035	1.1347
G3	Moyenne LIRR	27.5661	6.8864	42.8530	22.0000	2.5182	17.6781	27.1686
	Ecart-type LIRR	8.3005	3.4153	5.5470	4.7434	0.2174	3.9517	15.5411
	Meilleure valeur	1.3047	-1.1035	0.9279	0.8011	1.2041	1.2105	1.3228
M4	Moyenne LIRR	25.2346	5.5489	52.5738	26.3750	2.3930	18.4208	35.6716
	Ecart-type LIRR	3.9072	2.5743	3.1504	4.1382	0.3514	2.3552	19.8412
	Meilleure valeur	0.959	-1.4706	1.2739	0.2133	0.1633	0.1677	0.763
M5	Moyenne LIRR	41.5701	5.2122	53.0784	22.6000	2.0354	19.6444	23.9931
	Ecart-type LIRR	18.8061	3.0730	5.7958	9.0995	0.4521	3.3330	19.4121
	Meilleure valeur	1.1808	-1.0122	1.1367	1.2308	1.0935	1.163	1.1346
M6	Moyenne LIRR	18.9909	11.1020	48.3190	25.5000	2.2040	12.7267	37.8280
	Ecart-type LIRR	1.9464	1.5914	10.1323	4.2032	0.5543	3.0999	12.4509
	Meilleure valeur	1.123	-0.7536	1.1529	1.1301	1.1615	0.8042	1.0204
Toutes les sous- écorégions	Pire valeur	-3.1315	4.1702	-5.1889	-4.2128	-6.1363	-4.8361	-2.9984

9.5. CALCUL DES ECARTS NORMALISES A LA SITUATION DE REFERENCE

Une fois que le site dont la qualité écologique est à évaluer a été affecté à une des six sous-régions biotypologiques des Antilles françaises, les valeurs des métriques peuvent être exprimées en EQRs grâce aux valeurs de références de la sous-région considérée.

En premier lieu, les valeurs des métriques sont transformées en écarts normalisés (SES) à la situation de référence pour le même type de cours d'eau de la façon suivante :

$$\text{SES} = (\text{Obs}_{\text{type}} - \text{M}_{\text{type}}) / \text{sd}_{\text{type}} \quad [1]$$

avec : Obs = valeur observée de la métrique pour une station donnée, et M_{type} et sd_{type} = moyenne et écart-type des valeurs de la métrique en situation de référence pour le même type de cours d'eau (même sous-région biotypologique). Grâce à cette normalisation, les valeurs des métriques pourront être comparées entre types de cours d'eau différents.

Les valeurs sont ensuite exprimées en Ratios de Qualité Ecologique (EQRs) de la façon suivante :

- Si la métrique est de TYPE I ou II : $\text{EQR} = (\text{Obs} - \text{Mini}) / (\text{Maxi} - \text{Mini}) \quad [2]$

- Si la métrique est de TYPE III : $\text{EQR} = 1 - (\text{Obs} - \text{Mini}) / (\text{Maxi} - \text{Mini}) \quad [3]$

avec « Obs » : la valeur de la métrique observée pour un point de prélèvement donné après normalisation en SES, sur un cours d'eau appartenant à un type déterminé. Pour l'équation [2], « Maxi » et « Mini » correspondent respectivement à la « meilleure » et la « pire » valeur pour cette métrique sur le même type de cours d'eau, alors que dans l'équation [3] « Maxi » et « Mini » correspondent respectivement à la « pire » et la « meilleure » valeur de la métrique.

Si la valeur observée est supérieure à la meilleure valeur (cas d'une station de meilleure qualité comparé à la valeur de référence), alors la valeur de l'EQR est bornée à 1. De même, si la valeur de l'EQR est inférieure à la pire valeur, la valeur de l'EQR est bornée à 0 (la qualité est plus faible que la pire des valeurs).

9.6. CALCUL DE L'IBMA

La formule pour calculer l'indice IBMA est donnée dans l'équation suivante :

$$\text{IBMA} = \Sigma (\text{DE}_m \times \text{EQR}_m) / \Sigma \text{DE}_m \quad [4]$$

avec DE_m l'efficacité de discrimination de la métrique « m » et EQR_m la valeur d'EQR de la métrique « m ».

Le score final de l'indice est compris entre 0 et 1, une note proche de 1 reflétant un très bon état écologique et une valeur proche de 0 un mauvais état écologique.

Dans ce calcul, les valeurs d'EQR pour une métrique sont multipliées par l'efficacité de discrimination de la métrique, ce qui permet de donner plus de poids aux métriques qui ont un plus fort DE. La division par la somme des DE des 7 métriques permet de borner les valeurs de l'indice entre zéro et 1.

10. CLASSES DE QUALITE ECOLOGIQUES

L'indice est interprété en termes de 5 classes de qualité écologique (« Très Bon », « Bon », « Moyen », « Médiocre » et « Mauvais »).

Deux grilles de classes de d'état sont utilisées, une première pour les sous-écorégions « G1, G2, G3, M4 et M5 », et une seconde propre à la sous-écorégion « M6 ».

10.1. SOUS-ECOREGIONS G1, G2, G3, M4, M5

Tableau 5. Limites des classes d'états de l'indice IBMA pour les sous-écorégions G1, G2, G3, M4 et M5.

Etat mauvais	Etat médiocre	Etat moyen	Bon état	Très bon état
[0 ; 0.3537 [[0.3537 ; 0.4866 [[0.4866 ; 0.6003 [[0.6003 ; 0.7324 [[0.7324 ; 1]

10.2. SOUS-ECOREGION M6

Tableau 6. Limites des classes d'états de l'indice IBMA pour la sous-écorégion M6.

Etat mauvais	Etat médiocre	Etat moyen	Bon état	Très bon état
[0 ; 0.2900 [[0.2900 ; 0.3500 [[0.3500 ; 0.5000 [[0.5000 ; 0.7324 [[0.7324 ; 1]

11. Niveaux d'incertitudes

La DCE-conformité de l'IBMA V1 a été validée par l'Onema (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) sur le plan technique. L'indice étant encore « jeune », il conviendra de ré-éprouver sa robustesse après quelques années de fonctionnement et d'envisager des améliorations, le cas échéant.

Par conséquent, il est recommandé d'utiliser la méthode avec un **niveau d'incertitude « moyen »** pour les sous-écorégions G1, G2, G3 M4 et M5.

La robustesse de l'indice est plus faible pour la sous-écorégion M6 de Martinique en raison de l'absence de conditions de référence naturelles (celles-ci ont été extrapolées d'autres types), ce qui conduirait à une sous-évaluation de la qualité des rivières. Pour cette sous-écorégion M6, il est recommandé d'utiliser la méthode avec un **niveau d'incertitude « fort »** et d'avoir recours à une expertise.

12. AUTOMATISATION DU CALCUL DE L'IBMA

Le calcul de l'IBMA a été automatisé sous la forme d'un algorithme en langage R (R Development Core Team, 2009). Ce script est en cours de retranscription au format du Système d'Évaluation de l'État des Eaux (SEEE) pour être intégré au SEEE complémentaire.

La démarche (Figure 2) est la suivante :

- 1) Récupération des données (trois fichiers en entrée)
- 2) Exécution de l'algorithme
- 3) Ecriture/affichage des résultats

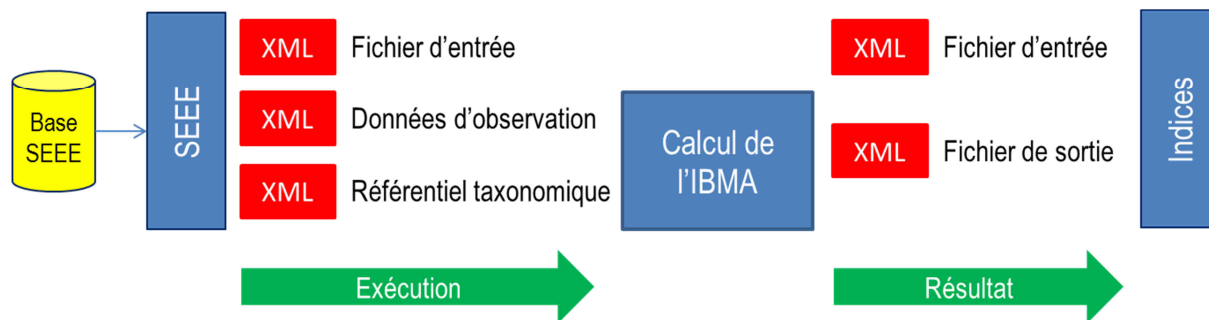


Figure 2. Fonctionnement de l'outil de calcul de l'indice IBMA dans SEEE.

13. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR, 2009. Qualité de l'eau. Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes. XP T 90-333. *Afnor*, 1-15.
- AFNOR, 2010. Qualité de l'eau. Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau. XP T 90-388. *Afnor*, 1-23.
- AFNOR, 2012. Qualité de l'eau. Guide d'application de la norme expérimentale XP T 90-333:2009 (Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes). GA T90-733. *Afnor*, 1-78.
- Bernadet C., Tournon-Poncet H., Desrosiers C., Compin A., Bargier N. et Cereghino R., 2013. Invertebrate distribution patterns and river typology for the implementation of the water framework directive in Martinique, French Lesser Antilles. *Knowledge and management of aquatic ecosystems*, 408, 1-15.
- Bernadet C., Tournon-Poncet H., Bargier N. et Cereghino R., 2014. Atlas des macroinvertébrés benthiques des cours d'eau de Martinique et Guadeloupe. Directions de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DEALs) et Offices De l'Eau (ODEs) de Martinique et de Guadeloupe. 184 p.
- CESAC (Centre d'Ecologie des Systèmes Aquatiques Continentaux), 2001. Clé illustrée de la faune de macroinvertébrés des rivières de Martinique, Université Paul Sabatier, Toulouse, 87 p.
- CESAC (Centre d'Ecologie des Systèmes Aquatiques Continentaux), 2002. Clé illustrée de la faune de macroinvertébrés des rivières de Guadeloupe, Université Paul Sabatier, Toulouse, 97 p.
- Ofenböck T., Gerritsen J. et Barbour M., 2004. A stressor specific multimetric approach for monitoring running waters in Austria using benthic macro-invertebrates. *Hydrobiologia*, 516, 251-268.
- R Development Core Team, 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. et Usseglio-Polatera P., 2010. Invertébrés d'eau douce-Systématique, biologie, écologie. CNRS éditions, Paris.
- Tomanova S. et Usseglio-Polatera P., 2007. Patterns of benthic community traits in neotropical streams: relationship to mesoscale spatial variability. *Fundamental and Applied, Limnology*, 170, 243-255.

- Tomanova S., Moya N. et Oberdorff T., 2008. Using macroinvertebrate biological traits for assessing biotic integrity of néotropical streams. *River Research and Applications*, 24, 1230-1239.
- Touron-Poncet H., 2014. Biodiversité des communautés d'invertébrés benthiques des rivières de la Guadeloupe et réponses aux perturbations anthropiques. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, 256 p.
- Touron-Poncet H., Bernadet C., Compin A., Bargier N. et Cereghino R., 2014. Implementing the Water Framework Directive in overseas Europe: a multimetric index for river bioassessment in Caribbean islands. *Limnologia*, 47, 34-43.
- Touron-Poncet H., Bernadet C., Compin A., Bargier N. et Cereghino R., 2013. River classification as the basis for freshwater biological assessment in overseas Europe: Issues raised from Guadeloupe (French Lesser Antilles). *International Review of Hydrobiology*, 98, 34-43.

14. ANNEXES

ANNEXE 1. Substrats et classes de vitesse de courant considérés par le protocole de prélèvement XP T 90-333 (AFNOR, 2009).

Tableau 7. Substrats échantillonnés, ordre de priorité de prélèvement des substrats (du plus habitable au moins habitable) et mode de prélèvement selon le protocole multihabitats normalisé (AFNOR, 2009).

Définition du substrat	Code Sandre	Ordre de priorité	Mode de prélèvement préconisé par la norme
Bryophytes	S1	11	Frotter, peigner
Hydrophytes (spermaphytes immergées)	S2	10	Récupérer le substrat
Litières (débris organiques grossiers)	S3	9	Récupérer le substrat
Branchage, racines (chevelus racinaires, supports ligneux)	S28	8	Frotter, peigner
Pierres, galets (sédiments minéraux de grande taille, de 25 à 250 mm)	S24	7	Frotter les pierres et agiter la couche sous les pierres sur 5 cm
Blocs facilement déplaçables (> 250 mm)	S30	6	Frotter les blocs et agiter la couche sous les pierres sur 5 cm
Granulats grossiers (graviers de 2mm à 25 mm)	S9	5	Récupérer le substrat
Hélophytes (spermaphytes émergents)	S10	4	Frotter, peigner
Vases (sédiments fins < 0,1 mm avec débris organiques fins)	S11	3	Récupérer le substrat
Sables, limons (< 2 mm)	S25	2	Récupérer le substrat
Algues	S18	1	Récupérer le substrat
Dalles, argiles compactes (surfaces uniformes dures naturelles ou artificielles)	S29	0	Frotter

Tableau 8. Classes de vitesse considérées par le protocole de prélèvement multihabitats normalisé (AFNOR, 2009).

Classe de vitesse (cm/s)	Code Sandre	Vitesse
$v < 5$	N1	Nulle
$25 > v \geq 5$	N3	Lente
$75 > v \geq 25$	N5	Moyenne
$150 > v \geq 75$	N4	Rapide

ANNEXE 2. Biotypologies des cours d'eau de Martinique et de Guadeloupe.

Tableau 9. Stations de mesures de Martinique avec leur appartenance aux sous-écorégions biotypologiques.

Cours d'eau	Station	Code station	Latitude	Longitude W	Sous-écorégion
			N		
			WGS84	WGS84	
Ravine Absalon	Absalon	ABS	705065	1623519	M4
Rivière de l'Anse Céron	Pont RN	ACR	691734	1640376	M5
Rivière de Bezaudin	Pont RD24 Ste Marie	BER	714639	1634206	M5
Rivière Blanche	Pont de l'Alma	BLA	705302	1626424	M4
Rivière de Basse-Pointe	Basse Pointe Bourg	BPB	702822	1644504	M5
Rivière de Basse-Pointe	Amont Basse Pointe Bourg	BPBam	701893	1642429	M5
Rivière du Carbet	Fond Baise	CAF	697164	1627610	M5
Rivière Capot	Pont de McIntosh	CAM	702511	1634674	M5
Rivière Case-Navire	Tunnel Didier	CAN	705162	1621467	M4
Rivière Capot	Décharge Le Poteau	CAP	705429	1641927	M5
Rivière du Carbet	Source Pierrot	CAR	701674	1629625	M4
Rivière du Carbet	STEP du Carbet	CAS	696010	1626951	M5
Rivière Capot	AEP Vivé Capot	CAV	704748	1640542	M5
Rivière Case-Navire	Bourg Schoelcher	CBN	704663	1617496	M5
Rivière de l'Anse Céron	Amont prise canal Habitation Céron	CER	691794	1640424	M5
Rivière Anse Coulevre	Coulevre	COC	691790	1641408	M4
Rivière les Coulisses	Feral	COF	720347	1609549	M6
Rivière les Coulisses	Petit Bourg	COP	719588	1609280	M6
Rivière Deux Courants	Abattoirs de volaille	DCA	725008	1615429	M6
Rivière Deux Courants	Pont Séraphin	DCS	725931	1616649	M6
Rivière Desroses	Desroses	DES	722536	1617050	M6
Ravine de Fond Henry	STEP de Ste Luce	FHS	723676	1600530	M6
Rivière Fond Lahaye	STEP de Fond Lahaye	FLS	703782	1618576	M6
Rivière François	Porcherie SOPODA	FRP	702794	1634988	M4
Rivière du Galion	Grand Galion	GAG	719611	1628057	M5
Rivière du Galion	Gommier	GAL	711262	1629583	M4
Rivière du Galion	SIAPOC	GAS	717018	1629620	M5
Rivière Grande Case	STEP du Vauclin	GCS	729886	1611734	M6
Rivière Grande Case	STEP du Vauclin aval	GCSav	729567	1612435	M6
Grande Rivière	Trou Diabliesse	GRD	696324	1644090	M5
Grande Rivière	Stade de Grand'Rivière	GRS	696307	1644431	M5
Rivière Lézarde	Gué de la Désirade	LEG	715897	1622096	M5
Rivière Lézarde	Pont RN1	LEP	717040	1617140	M5
Rivière Petit Nicolas	Amont Confluence Pirogue	LOP	705760	1630873	M4
Rivière du Lorrain	Trace des Jésuites	LOR	706115	1631217	M4
Rivière du Lorrain	Séguineau	LOS	710261	1639662	M5
Rivière du Longvilliers	Longvilliers	LOT	714566	1618959	M6
Rivière La Tracée	STEP du Gros Morne	LTS	715694	1627831	M5
Rivière Madame	Pont de Chaines	MAC	707832	1616898	M5

Cours d'eau	Station	Code station	Latitude N	Longitude W	Sous-écorégion
Rivière Massel	Pont Massel	MAP	731336	1604255	M6
Rivière Madame	Volcart	MAV	721492	1603104	M6
Rivière Case-Navire	Pont de Montgérald	MOM	704666	1617492	M6
Rivière Oman	Dormante	OMD	719698	1602495	M6
Rivière Lézarde	Palourde	PAL	710050	1627862	M4
Rivière Paquemar	Paquemar	PAQ	731919	1606276	M6
Grande Rivière Pilote	Aval Bourg Rivière Pilote	PIB	725514	1602043	M6
Grande Rivière Pilote	Amont Bourg Rivière Pilote	PIBam	726657	1603264	M6
Grande Rivière Pilote	Beauregard	PIL	729013	1606072	M6
Rivière Petite Lézarde	Pont Belle-Ile	PLB	716103	1623345	M5
Rivière Pocquet	Pont RN1	POR	704179	1643574	M5
Petite Rivière Pilote	Baudelle	PPB	725094	1606189	M6
Petite Rivière Pilote	La Mauny	PPM	725529	1604780	M6
Petite Rivière Pilote	Pont Madeleine	PPP	725757	1603484	M6
Petite Rivière	Brasserie Lorraine	PRB	718203	1617851	M6
Petite Rivière	Aval Brasserie Lorraine	PRBav	718202	1617729	M6
Rivière Capot	Propreté	PRO	703700	1631947	M5
Rivière Roxelane	Depaz	ROD	697460	1631825	M5
Rivière Rouge	Pont RN1	ROR	706185	1641934	M5
Rivière Roxelane	Saint Pierre Ancien Pont	ROS	696106	1631298	M5
Rivière Madame	Amont Confluence Ferré	ROX	699491	1634967	M5
Rivière du Simon	Fontane	SIF	728309	1613162	M6
Rivière Saint-Jacques	Fond St Jacques	SJF	714088	1636705	M5
Rivière la Tracée	Denel	TRD	716378	1628171	M5
Rivière du Vauclin	La Broue	VAU	730829	1608795	M6

Tableau 10. Stations de mesures de Guadeloupe avec leur appartenance aux sous-écorégions biotypologiques.

Cours d'eau	Station	Code station	Latitude N	Longitude W	Sous-écorégion
			WGS84	WGS84	
Rivière Baret	Bellevue	BAB	639219	1803393	G1
Rivière Bras David	Site INRA	BDI	642361	1791187	G1
Rivière Bras David	Maison de la forêt	BDM	639600	1788738	G2
Rivière de Beaugendre	Pont RN2	BEP	632286	1778411	G2
Rivière Bras de Sable	Ravine Chaude - radier avant confluence GRG	BSC	642025	1794946	G1
Grande Rivière de Capesterre	Pont RN	CAA	653063	1776072	G3
Grande Rivière de Capesterre	La Digue	CAP	648571	1777387	G3
Rivière Grande Anse	Amont pont D6	GAA	643442	1765446	G3
Rivière du Galion	Bassin bleu	GAB	642278	1771386	G3
Rivière Grande Anse	Moscou	GAM	643544	1771137	G3
Rivière du Galion	Pont embouchure	GAP	636745	1767958	G3
Ravine Grand Boucan	La Boucan	GBB	642168	1800174	G1
Rivière du Grand Carbet	Dumanoir, amont prise d'eau	GCD	648176	1773970	G3
Rivière du Grand Carbet	Pont RN	GCP	652226	1772126	G3
Grande Rivière à Goyaves	Amont SIS	GGA	641937	1798992	G1
Grande Rivière à Goyaves	Amont prise d'eau	GGP	642154	1788151	G1
Rivière Grande Plaine	Pont RN	GPA	630917	1792374	G3
Ravine Grossou	ZA Lamentin	GRL	643122	1799125	G3
Rivière aux Herbes	Choisy	HEC	640224	1771811	G3
Rivière aux Herbes	Marché	HEM	635887	1768743	G3
Rivière La Lézarde	Diane	LED	645544	1790123	G1
Rivière Lostau	Radier Habituee Negresse	LOR	632594	1786932	G2
Rivière Moreau	Amont lotissement moreau	MOA	648802	1782898	G2
Rivière Moreau	Mineurs	MOM	649808	1783687	G2
Rivière Moustique Petit-Bourg	Duquery	MPD	647495	1788701	G1
Rivière Moustique Petit-Bourg	Amont pont RD	MPP	649375	1789457	G1
Rivière Moustique Petit-Bourg	Trianon	MPT	646780	1787192	G2
Rivière Moustique Ste Rose	Amont embouchure	MSA	641722	1803204	G2
Rivière Moustique Ste Rose	Débauchée	MSD	639717	1802559	G2
Rivière Nogent	Pont RN	NOA	634594	1808412	G2
Rivière Nogent	Solitude	NOS	633912	1805298	G2
Ravine de Onze Heure	Petit-Bourg	OHP	650039	1790495	G1
Rivière du Premier Bras	Amont Séverin	PBS	638551	1799284	G1
Rivière du Pérou	Bourg Capesterre	PEB	653641	1775485	G3
Rivière du Pérou	Concessions, amont prise d'eau	PEC	648141	1775739	G3
Rivière des Pères	Pont RN	PEE	634416	1770515	G3
Rivière du Pérou	Petit Pérou	PEP	652664	1775452	G3
Petite Rivière à Goyave	Pont D33	PGG	652725	1783678	G1
Rivière du Plessis	Pont RN2	PLP	633930	1773402	G3
Rivière du Plessis	Vanibel	PLV	635585	1775125	G2
Petite plaine	Amont confiterie/chapelle	PPA	633840	1794658	G2

Cours d'eau	Station	Code station	Latitude N	Longitude W	Sous-écorégion
Rivière Petite Plaine	Confiturerie	PPC	633615	1794729	G2
Rivière Petite Plaine	Gué	PPG	631215	1794143	G2
Ravine bleue	Aval élevage de Ouassous	RBA	630391	1794194	G1
Rivière La Rose	Jardins d'eau	ROJ	650285	1785973	G1
Rivière Salée	Espérance	SAE	638066	1804796	G2
Rivière Sens	Bisdary	SEB	638240	1768187	G3
Rivière sens	Pont D6, aval éloignée	SEP	637148	1767782	G3
Rivière sens	St charles, amont pont	SES	638909	1768946	G1
Grande Rivière de Vieux-Habitants	Amont embouchure	VHE	631944	1776078	G2
Bassins amont des Rivières des Vieux Habitants et de Beaugendre	Prise d'eau	VHG	6336656	1779190	G2

ANNEXE 3. Traits écologiques pour les macroinvertébrés benthiques des Antilles françaises.

Tableau 11. Notes d'affinité de la faune macroinvertébrée des Antilles pour les neuf modalités du trait écologique « préférendum d'habitat ». Les notes sont comprises entre 0 et 1. 0=Absence d'affinité pour la modalité ; 1=affinité maximale pour la modalité. Ligne vide : absence de données pour ce taxon.

TAXONS	Blocs, P-G	Graviers	Sable	Limons	Macrophytes	Microphytes	Racines	Litière	Vase		
Nemertea	0.2	0.2	0	0	0.2	0	0.067	0.2	0.133		
Hydracarina	0.177	0.059	0.059	0	0.294	0.059	0.059	0.235	0.059		
F/ DugesIIDae	0.444	0	0	0	0.222	0	0	0.222	0.111		
F/ Erpobdellidae	0.222	0.126	0.057	0.028	0.271	0	0.028	0.134	0.134		
F/ Glossiphoniidae	0.305	0.095	0	0	0.414	0	0	0.185	0		
Cl/ Oligochètes	0.12	0.213	0.141	0.099	0.126	0.036	0.039	0.062	0.164		
Cl/ Polychètes											
F/ Ampullariidae		<i>Pomacea glauca</i>	0	0.348	0	0.391	0.261	0	0	0	
F/ Cochliopidae			0	0.348	0	0.391	0.261	0	0	0	
Nerite ND			0	0.348	0	0.391	0.261	0	0	0	
F/ Neritidae		<i>Neritina sp.</i>	0	0.348	0	0.391	0.261	0	0	0	
F/ Neritiliidae			0	0.348	0	0.391	0.261	0	0	0	
Planorbidae		<i>Autres Planorbidae</i>	0.173	0.066	0.012	0.017	0.37	0.059	0.029	0.076	0.2
Planorbidae		<i>Ameriana carinata</i>	0.248	0.099	0.031	0.047	0.252	0.083	0.058	0.034	0.148
Planorbidae		<i>Gundlachia radiata</i>	0.357	0.286	0	0	0.143	0.143	0.071	0	0
F/ Physidae			0.214	0.071	0	0.071	0.357	0.071	0	0.071	0.143
F/ Thiaridae			0.136	0.091	0.046	0.046	0.227	0.091	0.136	0.046	0.182
F/ Sphaeriidae			0.048	0.048	0.191	0.191	0.143	0	0.048	0.143	0.191
sCl/ Ostracodes			0.157	0.062	0.029	0.101	0.269	0.051	0.083	0.089	0.159
Cl/ Amphipodes		<i>Hyalella caribbeana</i>	0.208	0.125	0.083	0.042	0.125	0.083	0.167	0.167	0
F/ Atyidae		<i>Atya sp.</i>	0.208	0.125	0.083	0.042	0.125	0.083	0.167	0.167	0
F/ Atyidae		<i>Jonga serrei</i>	0.208	0.125	0.083	0.042	0.125	0.083	0.167	0.167	0
F/ Atyidae		<i>Micratya poeyi</i>	0.208	0.125	0.083	0.042	0.125	0.083	0.167	0.167	0
F/ Atyidae		<i>Potimirim sp.</i>	0.208	0.125	0.083	0.042	0.125	0.083	0.167	0.167	0
F/ Xiphocaridae		<i>Xiphocaris elongata</i>	0.208	0.125	0.083	0.042	0.125	0.083	0.167	0.167	0
F/ Palaemonidae		<i>Macrobrachium sp.</i>	0.208	0.125	0.083	0.042	0.125	0.083	0.167	0.167	0
F/ Grapsidae		<i>Sesarma sp.</i>	0.208	0.125	0.083	0.042	0.125	0.083	0.167	0.167	0
F/ Pseudothelphusidae		<i>Guinotia sp.</i>	0.208	0.125	0.083	0.042	0.125	0.083	0.167	0.167	0
F/ Calamoceratidae		<i>Phylloicus sp.</i>	0.333	0.333	0.222	0.111	0	0	0	0	0
F/ Ecnomidae		<i>Austrotinodes sp.</i>	0.308	0.077	0.077	0	0.308	0	0.231	0	0
F/ Glossosomatidae		<i>Protoptila sp.</i>	0.556	0	0.111	0	0	0.333	0	0	0
F/ Helicopsychidae		<i>Helicopsyche sp.</i>	0.8	0	0	0	0	0	0.2	0	0
F/ Hydropsychidae		<i>Smicridea sp.</i>	0.333	0.133	0.067	0	0.2	0	0.267	0	0
F/ Hydroptilidae			0.266	0.047	0.036	0.01	0.406	0.064	0.088	0.043	0.041

TAXONS		Blocs, P-G	Graviers	Sable	Limon	Macrophytes	Microphytes	Racines	Litière	Vase
F/ Hydroptilidae	<i>Alisorichia</i> sp.	0.266	0.047	0.036	0.01	0.406	0.064	0.088	0.043	0.041
F/ Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	0.133	0.133	0.067	0	0.333	0.133	0.067	0.067	0.067
F/ Hydroptilidae	<i>Metrichia</i> sp.	0.266	0.047	0.036	0.01	0.406	0.064	0.088	0.043	0.041
F/ Hydroptilidae	<i>Neotrichia</i> sp.	0.266	0.047	0.036	0.01	0.406	0.064	0.088	0.043	0.041
F/ Hydroptilidae	<i>Ochrotrichia</i> sp.	0.266	0.047	0.036	0.01	0.406	0.064	0.088	0.043	0.041
F/ Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i> sp.	0.182	0.091	0	0.091	0.364	0.091	0.182	0	0
F/ Hydroptilidae	<i>Zumatruchia</i> sp.	0.266	0.047	0.036	0.01	0.406	0.064	0.088	0.043	0.041
F/ Leptoceridae	<i>Oecetis</i> sp.	0.143	0	0.214	0	0.286	0.071	0.071	0.071	0.143
F/ Philopotamidae	<i>Chimarra</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0
F/ Polycentropodidae		0.333	0.083	0.083	0	0.25	0	0.167	0	0.083
F/ Polycentropodidae	<i>Cernotina</i> sp.	0.333	0.083	0.083	0	0.25	0	0.167	0	0.083
F/ Polycentropodidae	<i>Polyplectropus</i> sp.	0.333	0.083	0.083	0	0.25	0	0.167	0	0.083
F/ Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron fuscum</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0
F/ Baetidae	<i>Baetidae</i> sp.	0.25	0.125	0.063	0	0.313	0	0.188	0.063	0
F/ Baetidae	<i>Americabaetis</i> sp.	0.25	0.125	0.063	0	0.313	0	0.188	0.063	0
F/ Baetidae	<i>Callibaetis</i> sp.	0.25	0.125	0.063	0	0.313	0	0.188	0.063	0
F/ Baetidae	<i>Cloedes caraibensis</i>	0.25	0.125	0.063	0	0.313	0	0.188	0.063	0
F/ Baetidae	<i>Fallceon ater</i>	0.25	0.125	0.063	0	0.313	0	0.188	0.063	0
F/ Caenidae	<i>Caenis</i> sp.	0.083	0.083	0.125	0.125	0.167	0	0.083	0.125	0.208
F/ Caenidae	<i>Caenis femina</i>	0.083	0.083	0.125	0.125	0.167	0	0.083	0.125	0.208
F/ Caenidae	<i>Caenis catherinae</i>	0.083	0.083	0.125	0.125	0.167	0	0.083	0.125	0.208
F/ Leptohiphidae		0.324	0.023	0.027	0	0.025	0	0.351	0.251	0
F/ Leptohiphidae	<i>Leptohiphes</i> sp.	0.49	0.034	0.005	0	0.049	0.186	0.219	0.017	0
F/ Leptohiphidae	<i>Tricorythodes</i> sp.	0.096	0.116	0.03	0	0.117	0.173	0.198	0.269	0
F/ Leptophlebiidae		0.194	0.092	0.095	0.045	0.168	0	0.17	0.188	0.047
F/ Leptophlebiidae	<i>Hagenulopsis guadeloupensis</i>	0.194	0.092	0.095	0.045	0.168	0	0.17	0.188	0.047
F/ Leptophlebiidae	<i>Terpides</i> sp.	0.194	0.092	0.095	0.045	0.168	0	0.17	0.188	0.047
F/ Dytiscidae	<i>Laccophilus</i> sp.	0	0	0	0.125	0.5	0	0	0.125	0.25
F/ Elmidae	<i>Elsianus</i> sp.	0.3	0.3	0.1	0	0.3	0	0	0	0
F/ Elmidae	<i>Neoelmis</i> sp.	0.3	0.3	0.1	0	0.3	0	0	0	0
F/ Elmidae	<i>Hexanchorus</i> sp.	0.3	0.3	0.1	0	0.3	0	0	0	0
F/ Gyrinidae	<i>Gyretes</i> sp.	0	0	0	0	0.667	0	0	0.167	0.167
F/ Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp.	0.375	0.125	0.125	0	0.25	0.125	0	0	0
F/ Psephenidae	<i>Psephenops</i> sp.	0.375	0.375	0.125	0	0	0.125	0	0	0
F/ Staphylinidae		0	0	0	0	1	0	0	0	0
F/ Gerridae	<i>Limnognon</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0
F/ Mesoveliidae	<i>Mesovelia</i> sp.	0.25	0	0	0	0.5	0	0.125	0	0.125
F/ Veliidae	<i>Rhagovelia</i> sp.	0.342	0	0.148	0	0.436	0	0	0.074	0
F/ Veliidae	<i>Microvelia</i> sp.	0.342	0	0.148	0	0.436	0	0	0.074	0

TAXONS	Blocs, P-G	Graviers	Sable	Limon	Macrophytes	Microphytes	Racines	Litière	Vase
F/ Blephariceridae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
F/ Cecidomyidae									
F/ Ceratopogonidae	0.077	0.105	0.173	0.048	0.145	0.085	0.165	0.028	0.173
sF/ Ceratopogoninae	0.077	0.105	0.173	0.048	0.145	0.085	0.165	0.028	0.173
sF/ Forcypomyinae	0.077	0.105	0.173	0.048	0.145	0.085	0.165	0.028	0.173
sF/ Dasyheleneidae	0.077	0.105	0.173	0.048	0.145	0.085	0.165	0.028	0.173
Chironomidae - Chironomini									
Autres <i>Chironomini</i>	0.181	0.089	0.128	0.076	0.206	0.027	0.074	0.082	0.138
Chironomidae - Chironomini									
<i>Stenochironomus</i> sp.	0.181	0.089	0.128	0.076	0.206	0.027	0.074	0.082	0.138
Chironomidae									
<i>Tanytarsini</i>	0.181	0.089	0.128	0.076	0.206	0.027	0.074	0.082	0.138
Chironomidae									
sF/ Orthocladinae	0.181	0.089	0.128	0.076	0.206	0.027	0.074	0.082	0.138
Chironomidae									
sF/ Tanypodinae	0.181	0.089	0.128	0.076	0.206	0.027	0.074	0.082	0.138
F/ Culicidae	0	0	0	0	0.6	0.2	0	0.2	0
F/ Empididae									
<i>Hemerodromia</i> sp.	0.227	0.118	0.067	0.042	0.244	0	0.151	0.067	0.084
F/ Ephydriidae	0.231	0.077	0.077	0	0.308	0	0.077	0.077	0.154
F/ Limoniidae	0.172	0.12	0.143	0.106	0.135	0	0.037	0.181	0.106
F/ Psychodidae									
Autres <i>Psychodidae</i>	0.167	0.083	0.083	0.042	0.208	0	0.125	0.167	0.125
F/ Psychodidae									
<i>Maruina</i> sp.	0.167	0.083	0.083	0.042	0.208	0	0.125	0.167	0.125
F/ Rhagionidae									
<i>Chrysopilus</i> sp.	0.375	0	0	0	0.375	0	0	0.25	0
F/ Simuliidae	0.36	0.048	0	0	0.408	0	0.095	0.09	0
F/ Syrphidae	0.133	0	0.133	0	0.133	0	0.133	0.267	0.2
Zygotère ND	0.028	0	0	0.034	0.437	0	0.248	0.183	0.07
F/ Coenagrionidae									
<i>Argia concinna</i>	0.028	0	0	0.034	0.437	0	0.248	0.183	0.07
F/ Coenagrionidae									
<i>Enallagma coecum</i>	0.028	0	0	0.034	0.437	0	0.248	0.183	0.07
F/ Coenagrionidae									
<i>Ischnura ramburii</i>	0.028	0	0	0.034	0.437	0	0.248	0.183	0.07
F/ Libellulidae									
<i>Brechmorhoga</i> sp.	0.047	0.047	0.088	0.093	0.461	0	0.043	0.111	0.11
F/ Libellulidae									
<i>Macrothemys meurgeyi</i>	0.047	0.047	0.088	0.093	0.461	0	0.043	0.111	0.11
F/ Protoneuridae	0.028	0	0	0.034	0.437	0	0.248	0.183	0.07
Lépidoptères autres	0	0.157	0	0	0.768	0	0	0.035	0.04
F/ Pyralidae	0	0.157	0	0	0.768	0	0	0.035	0.04



Asconit Consultants
Agence Caraïbe
Z.I. Champigny
97224 DUCOS



Tél./Fax : 05.96.63.55.78
E-mail :
caroline.bernadet@asconit.com
nicolas.bargier@asconit.com