

2016 – Domaine 3422 - Action 3

REALISATION DES SUIVIS ET DES INDICES BIOLOGIQUES DANS LES COURS D'EAU DE MARTINIQUE

LOT 2 : SUIVI DE L'ELEMENT BIOLOGIQUE DIATOMEE

Rapport final

Anne EULIN-GARRIGUE
(ASCONIT Consultants)

Octobre 2016



- **AUTEURS**

Anne EULIN-GARRIGUE Chef de Projet (Asconit Consultants), anne.eulin@asconit.com

- **CORRESPONDANTS**

ONEMA : **Olivier Monnier**, Chargé de mission Fonctionnement des écosystèmes d'Outre-mer, olivier.monnier@onema.fr et **Hélène UDO**, Chef de projet Coordination des études de connaissances sur l'eau et les milieux aquatiques en Outre mer (MNHN), helene.udo@mnhn.fr

Office de l'Eau Martinique : **Julie Gresser**, Chargée de mission DCE et suivi de la qualité des milieux aquatiques, julie.gresser@eamartinique.fr

DEAL Martinique : **jean luc Lefebvre**, chargé de mission DCE et qualité des eaux, jean-luc.lefebvre@developpement-durable.gouv.fr

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

François DELMAS, Ingénieur de recherche (Irstea), francois.delmas@irstea.fr

Julie GUEGUEN, Ingénieur d'étude (Irstea), julie.gueguen@irstea.fr

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : régional

Couverture géographique : Martinique

Niveau de lecture : experts

- **RESUME**

La présente étude concerne le suivi de l'élément biologique diatomée dans les cours d'eau de Martinique dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) pour l'année 2016. Les réseaux de mesure sont au nombre de 4 : Réseau de Référence (REF – 9 stations), Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS – 14 stations + 1 station), Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO – 5 stations), Réseau de Contrôle d'Enquête (RCE – 2 stations). Ce sont donc 31 stations au total qui ont permis d'établir l'état écologique des masses d'eau de Martinique par l'analyse des peuplements de diatomées périphtiques et le calcul de l'Indice Diatomique Antillais (IDA), indice biologique spécifiquement conçu pour la Martinique et la Guadeloupe. Toutes les stations de Référence, 4 stations de Surveillance, 1 station Opérationnel et 1 station d'Enquête sont en Très Bon Etat (TBE). 7 stations de Surveillance et 1 station Opérationnel sont en Bon Etat (BE). 4 stations de Surveillance et 3 stations Opérationnel sont en Etat Moyen (EM). 1 station du réseau de mesure d'Enquête 2016 est en Mauvais (ME). Aucune station ne montre 1 Très Mauvais Etat Ecologique (TME).

- **MOTS CLES (THEMATIQUE ET GEOGRAPHIQUE)**

DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (DCE), COURS D'EAU, MASSES D'EAU, RESEAUX DE MESURE MARTINIQUE, INDICE BIOLOGIQUE, BIO-INDICATEUR, DIATOMEES, INDICE DIATOMIQUE ANTILLAIS (I.D.A.)

- **ACHIEVEMENT OF MONITORING AND BIOLOGICAL INDICES IN RIVERS OF MARTINIQUE.
LOT 2 : MONITORING THE DIATOM BIOLOGICAL ELEMENT**

- **ABSTRACT**

This study concerns the monitoring of the diatom biological element in rivers of Martinique in the context of the implementation of the Water Framework Directive (WFD) for the year 2016. The measurement networks are 4 : Reference Network (REF - 9 stations), Monitoring Network (RCS - 14 stations + 1 station), Operational Control Network (RCO - 5 stations), Investigation Network (RCE - 2 stations). These are therefore 31 stations in total that helped to establish the environmental status of water bodies of Martinique by analysis of diatom species composition and the calculation of the Antillean Diatom Index (IDA), biological index specifically designed for Martinique and Guadeloupe. All Reference stations, 4 Monitoring stations, 1 Operational station and 1 Investigation station are in very good environmental status (TBE). 7 Monitoring stations and 1 Operational station are in good environmental status (BE). 4 Monitoring stations and 3 Operational stations are in medium environmental status (EM). 1 station of Investigation Network is in a wrong environmental status (ME). No station shows very bad environmental status (TME).

- **KEY WORDS (THEMATIC AND GEOGRAPHICAL AREA)**

WATER FRAMEWORK DIRECTIVE (WFD), STREAMS, WATER BODIES, MARTINIQUE MEASUREMENT NETWORK, BIOLOGICAL INDEX, BIOINDICATOR, DIATOMS, ANTILLEAN DIATOM INDEX (I.D.A.)

- **SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE**

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre européenne sur l'Eau (DCE), un programme de surveillance a été établi pour suivre l'état écologique et l'état chimique des milieux aquatiques de Martinique, identifier les causes de dégradation de ces milieux et orienter les actions mises en œuvre pour atteindre le bon état. Ce programme repose sur la réalisation de prélèvements et d'analyses sur des supports différents (eau, sédiment, biote).

La présente étude a pour objet le suivi des diatomées des cours de Martinique, ces organismes aquatiques étant l'un des maillons biologiques-clés identifiés par l'Union Européenne pour diagnostiquer l'Etat Ecologique des cours d'eau dans tous les Etats-Membres.

La mise en œuvre de la DCE nécessite la mise en application d'indices biologiques permettant d'évaluer l'état écologique intégré des milieux aquatiques. Cependant, jusqu'à un passé récent, il ne pré-existait pas d'outils biologiques adaptés aux Antilles, les indices biologiques mis en place pour l'espace européen continental, dont la France métropolitaine, étant entachés d'un décalage biogéographique beaucoup trop important pour y être utilisables et donner des résultats satisfaisants.

Dans ce contexte, deux programmes de Recherche-Développement mené conjointement au niveau de la Martinique et de la Guadeloupe par le consortium ASCONIT Consultants - IRSTEA, sous un montage financier composite associant les Offices de l'Eau, les DEALs et l'ONEMA et incluant également une participation prenant la forme d'un autofinancement partiel des 2 organismes impliqués dans la réalisation, ont été menés de 2009 à 2012, puis en 2013.

Les principaux objectifs étaient : 1) la détermination taxonomique d'assemblages encore fortement méconnus caractéristiques du contexte biogéographique des Antilles ; 2) la formalisation de connaissance auto-écologique de ces taxons et des principaux biotypes (assemblages typiques d'espèces) caractéristiques des différents types de cours d'eau naturels et altérés des Antilles, 3) la production d'un guide iconographique résumant la connaissance acquise sur les taxons, notamment ceux utilisables en bio-indication, ce recueil constituant une pierre angulaire essentielle aux opérateurs futurs dans le cadre des marchés de bio-indication diatomique ; 4) la création d'un indice diatomique adapté au contexte spécifique des Antilles et la genèse d'un dispositif permettant l'évaluation judicieuse de la qualité écologique de leurs cours d'eau.

Ces deux programmes de recherche ont abouti à la conception d'un Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) et à la validation de son utilisation dans le cadre des réseaux de mesure DCE pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau des Antilles (Martinique et Guadeloupe) dans l'arrêté d'évaluation du 27 juillet 2015¹.

Différents types de réseaux de mesures sont mis en œuvre en Martinique :

- **Le Réseau de Référence (REF) de 9 stations avec un double objectif**

- 1) Communiquer au niveau européen les conditions de référence par type de masse d'eau, chaque état-membre devant fournir les éléments techniques précis sur la base desquels il envisage de construire son niveau de « bon état écologique » et ses méthodologies d'évaluation de l'état des eaux.
- 2) Continuer la mise au point de méthodologies « DCE compatibles » pour l'évaluation de l'état des milieux aquatiques dans le cadre de l'IDA.

- **Le Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) de 14 stations**

Ce réseau à vocation pérenne, a pour objet principal de disposer d'un suivi des milieux aquatiques sur le long terme et de donner une image de l'état général des masses d'eau du district, en lien avec les objectifs d'atteinte du bon état établis par la DCE.

- **Le Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) de 5 stations**

Ce réseau à vocation ponctuelle, est réalisé pour les masses d'eau en risque de non atteinte du bon état, jusqu'à atteinte des objectifs d'état. Il peut être ciblé sur les paramètres déclassants uniquement. Les stations identifiées pour le contrôle opérationnel peuvent appartenir au réseau de surveillance.

¹ Arrêté du 27 juillet 2015 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement

- **Le Réseau de Contrôle d'Enquête (RCE) de 2 stations**

Ce réseau à vocation limitée dans le temps, est réalisé lorsque la cause d'une dégradation de l'état d'une masse d'eau n'est pas identifiée, ou en cas de pollution accidentelle, pour en préciser l'impact.

L'Indice Diatomique Antillais étant très « jeune » et la flore des diatomées benthiques antillaise encore en perpétuelle évolution (découverte de nouveaux taxons), son utilisation sur ces réseaux de mesure doit permettre de continuer à acquérir des données, de tester ses limites, de fiabiliser les statuts de référence, les classes de qualité et les écarts à la référence, ainsi que les profils écologiques des diatomées dominantes.

La méthode utilisée pour l'élaboration du nouvel indice antillais est une adaptation de la méthode utilisée pour la création de l'Indice Biologique Diatomées (I.B.D.). Le détail de cette méthode est décrit dans les rapports de synthèse des programmes de recherche et de développement précités. Le calcul de l'indice se fait avec une routine sous R créée par l'Irstea.

Les opérations de prélèvement, d'analyse, de détermination taxonomique, de bancarisation et d'interprétation ont été réalisées par Anne Eulin-Garrigue/Asconit Consultants. La méthodologie pour l'étude des diatomées benthique de Martinique et le calcul de l'IDA sont décrits dans le « Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomique Antillais - volume 1 et 2, 2013, Asconit Consultants/Irstea ».

Les résultats ci-après concernent le suivi des réseaux DCE 2016.

Les 9 sites de référence sont en très bon état écologique.

Sur les 21 stations suivies en 2016 sur les autres réseaux, 7 présentent un état écologique moyen :

4 stations de surveillance :

- La Rivière Case Navire au bourg de Schoelcher (aval de bassin versant/pression urbaine)
- La Rivière Madame au Pont de Chaînes (aval de bassin versant/pression urbaine)
- La Roxelane à l'ancien pont à St Pierre (aval bassin versant/multi-pression)
- La Rivière des Coulisses à Petit Bourg (aval de bassin versant/canne à sucre)

3 stations de contrôle opérationnel :

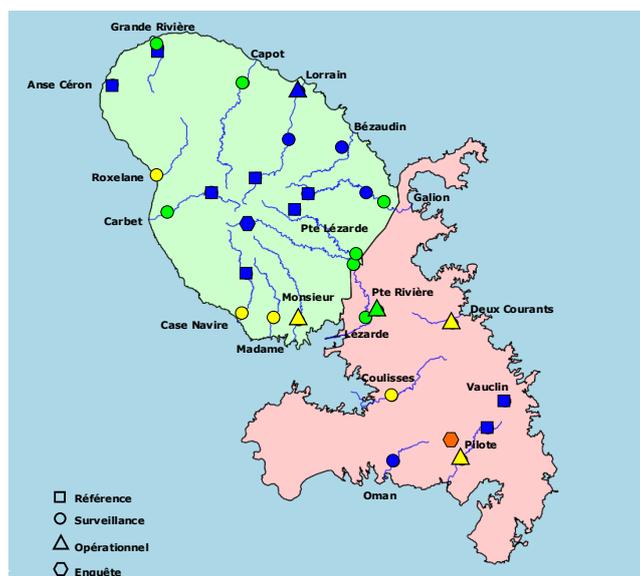
- La Rivière Deux Courants au Pont Séraphin (aval de bassin versant/banane-canne à sucre)
- La Rivière Monsieur au Pont de Montgérald (aval de bassin versant/pression urbaine)
- La Rivière Pilote – amont Bourg Rivière Pilote (aval de bassin versant/banane-canne à sucre)

1 station de contrôles d'enquête présente 1 mauvais état écologique :

- La Petite Rivière Pilote à La Mauny (rejet distillerie La Mauny)

Tous les autres sites prospectés en Martinique présentent un bon ou très bon état écologique.

Ces résultats sont en accord avec la connaissance des sites et des pressions potentielles exercées sur les milieux, montrant ainsi une bonne réponse de l'Indice Diatomique Antillais, en adéquation avec les demandes et objectifs des suivis des réseaux DCE.



© Irstea/Asconit

Carte de qualité de l'état écologique du réseau DCE Martinique en 2016

Source des données : Irstea/Asconit

Cependant, les aspects floristiques posent encore des problèmes d'utilisation en routine de cet indice. Nous avons recensé en abondance, lors des inventaires 2015, une nouvelle *Nitzschia* et une *Fragilaria* jusqu'alors très rare, donc deux diatomées non décrites dans les guides.

De plus, en 2016, nous avons inventorié une nouvelle *Cymbella* avec une abondance relative de 5%, donc non négligeable, et observé 4 nouveaux taxons hors comptage (taxons rares).

Les résultats montrent donc qu'il sera probablement nécessaire d'ajouter de nouveaux taxons et/ou d'affiner encore certains profils écologiques lors du réexamen de l'IDA pour son utilisation lors du prochain plan de gestion.

Par ailleurs, les réseaux de Contrôle Opérationnel et d'Enquête restent à confirmer en l'état, à amender par de nouvelles stations, ..., en tenant compte des résultats de l'état chimique et les résultats des autres bio-indicateurs obtenus en 2016.

Référence :

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2013 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Rapport final (Version du 14/10/2013). 189 pages + annexes.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2013 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais (Version du 04/04/2013). 88 pages + planches iconographiques.

EULIN A., LEFRANCOIS, E., GUEGUEN, J., ROSEBERY, J., COSTE, M., DELMAS, F. - 2013- Note de travail : Evaluation de l'Etat Ecologique dans l'HER regroupée « Volcan » à partir de L'IDA (Indice Diatomique Antilles). Version du 28-05-2013, 4 pages.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2014 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais – Volume 1 (Version du 29/04/2014). 128 pages + planches illustratives des taxons inventoriés.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2014 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais – Volume 2 (Version du 29/04/2014). 474 p. dont planches iconographiques.

EULIN A., LEFRANCOIS, E., GUEGUEN, J., ROSEBERY, J., COSTE, M., DELMAS, F. - 2013- Note de travail : Evaluation de l'Etat Ecologique dans l'HER regroupée « Volcan » à partir de L'IDA (Indice Diatomique Antilles). Version du 28-05-2013, 4 pages.

EULIN A., LEFRANCOIS, E., GUEGUEN, J., ROSEBERY, J., COSTE, M., DELMAS, F. - 2014- Note technique : Evaluation de l'Etat Ecologique aux Antilles à partir de l'IDA-2 (Indice Diatomique Antilles). Version finale du 11/05/2014, 48 pages.

Adresses électroniques et sites internet :

anne.eulin@asconit.com	http://www.asconit.fr
estelle.lefrancois@asconit.com	
francois.delmas@irstea.fr	http://www.irstea.fr/linstitut/nos-centres/bordeaux
julie.gueguen@irstea.fr	

• **SOMMAIRE**

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	8
2. DESCRIPTION DES INTERVENTIONS.....	9
2.1. <i>DESCRIPTEURS : LES DIATOMÉES</i>	9
2.1.1. L'objectif.....	9
2.1.2. Les éléments à produire.....	9
2.2. <i>PROTOCOLES</i>	9
2.2.1. Prélèvement des diatomées.....	9
2.2.2. Opérations de laboratoires : préparation des lames	11
2.2.3. Détermination et inventaire des diatomées.....	11
2.2.4. Calcul de l'I.D.A. (Indice Diatomique Antillais)	12
3. PRESENTATION GENERALE DES SITES DU RESEAU DCE	15
4. CAMPAGNE DE PRELEVEMENT DU RESEAU DCE 2016.....	17
5. ANALYSE DES PEUPELEMENTS DE DIATOMÉES	19
5.1. <i>DIVERSITE ET RICHESSE SPECIFIQUE</i>	19
5.2. <i>PARTICULARITES TAXONOMIQUES</i>	22
5.3. <i>INDICE DIATOMIQUE ANTILLAIS (I.D.A.)</i>	22
5.4. <i>BILAN COMPARATIF DE 2009 A 2016</i>	24
6. CONCLUSION.....	26
7. GLOSSAIRE	28
8. SIGLES ET ABBREVIATIONS.....	30
9. BIBLIOGRAPHIE	31
9.1. <i>BIBLIOGRAPHIE GENERALE</i>	31
9.2. <i>BIBLIOGRAPHIE SPECIFIQUE : OUVRAGE DE DETERMINATION</i>	33
9.3. <i>BIBLIOGRAPHIE SPECIFIQUE : DOCUMENTS PRODUITS DANS LE CADRE DES PROGRAMMES DE RECHERCHE & DEVELOPPEMENT « INDICE DIATOMIQUE ANTILLAIS »</i>	36
10. TABLE DES ILLUSTRATIONS	37
11. ANNEXE 1 : FICHES STATIONS	38
12. REMERCIEMENTS.....	38

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), un programme de surveillance a été établi pour suivre l'état écologique et l'état chimique des milieux aquatiques, identifier les causes de dégradation de ces milieux et orienter les actions mises en œuvre pour atteindre le bon état. Ce programme repose sur la réalisation de prélèvements et d'analyses sur des supports différents (eau, sédiment, biote).

La présente étude concerne le suivi biologique des diatomées benthiques 2016 au niveau des sites des réseaux de référence, de contrôle surveillance, de contrôle opérationnel et d'enquête.

Le présent document constitue le rapport de synthèse final 2016.

2. DESCRIPTION DES INTERVENTIONS

2.1. Descripteurs : les diatomées

2.1.1. L'objectif

Les diatomées benthiques sont des algues microscopiques, unicellulaires appartenant aux Chromophytes (algues brunes). Ces algues sont considérées comme un des bio-indicateurs des eaux courantes les plus pertinents, grâce notamment à leur sensibilité aux conditions du milieu et à la rapidité de leur cycle de développement (de quelques heures à quelques jours). A la base de l'édifice trophique, en tant que producteur primaire, toute altération de leur composition entraîne des répercussions plus ou moins immédiates sur l'ensemble des biocénoses. Peu soumises aux perturbations de l'habitat, elles sont adaptées à tous les milieux et sensibles à de nombreuses formes de pollution.

Elles peuvent être récoltées facilement dans une large gamme de milieux, contrairement aux invertébrés. Les diatomées sont utilisées en routine comme indicateur de la qualité des cours d'eau dans le cadre des réseaux de mesure nationaux depuis les années 1970. Les communautés de diatomées benthiques permettent l'évaluation de la pollution, en fonction de leur sensibilité ou leur tolérance à la pollution, notamment organique, azotée et phosphorée. Elles sont connues pour réagir aux altérations de la qualité des eaux par des modifications qualitatives et quantitatives des peuplements, telles que : la régression du nombre de taxons et la baisse de la diversité spécifique (pollutions toxiques), le remplacement des formes les plus sensibles par des espèces plus résistantes ou indifférentes, la prolifération d'espèces présentant des affinités pour un type d'altération (formes saprophytes ou hétérotrophes pour les pollutions organiques, halophiles pour les contaminations salines), la diminution de la taille des espèces et présence de formes anormales (formes tératogènes).

2.1.2. Les éléments à produire

- L'amélioration des connaissances sur les communautés de diatomées benthiques des rivières tropicales insulaires de la Martinique : description taxinomique des diatomées dominantes des milieux lotiques prospectés, en vue d'une connaissance de la biodiversité de ces milieux ; description et éléments de distribution spatiale de nouvelles espèces de diatomées.
- L'utilisation du nouvel Indice Diatomique Antillais (I.D.A.).
- La fiabilisation des statuts de référence, des classes de qualités et les profils écologiques des espèces de diatomées dominantes.

2.2. Protocoles

2.2.1. Prélèvement des diatomées

Les prélèvements sont effectués conformément à la norme NF T 90-354 de décembre 2007 et la norme NF EN 13946. Toutefois, pour la mise en œuvre de l'IBD la norme NF T 90-354 de décembre 2007 prévaut sur les normes Européennes : « *Toutefois ces normes autorisant plusieurs options, seule la technique ci-après convient pour le calcul de l'IBD* » est mentionné en page 4 de la norme.

Certaines recommandations sont rappelées ci-après. Compte-tenu des caractéristiques particulières liées à l'environnement tropical insulaire et au peuplement diatomique des Antilles Françaises, des adaptations se sont avérées nécessaires. Elles sont précisées en « remarque ».

- Le prélèvement en faciès lotique est préconisé en priorité, même si ce n'est pas le faciès dominant du site. Les récoltes ainsi réalisées minimisent l'effet de dérive-dépôt des diatomées sur les substrats. Les milieux lentiques ne sont prospectés que par défaut et l'on privilégiera les supports verticaux dans ce cas de figure.
- Un seul échantillon est réalisé par station quel que soit le nombre de supports prospectés. L'échantillonnage ne doit être effectué que sur un seul type de support pour toute la station.
- La nature des supports à échantillonner est hiérarchisée comme suit :
 - ❖ Support dur naturel le plus stable possible (blocs en priorité, puis galets, et enfin cailloux),
 - ❖ Support dur artificiel (piles de pont, quais,...),
 - ❖ Support végétal, si les deux précédents font défaut (expression de végétaux ou raclage des feuilles et des tiges).

Remarque : Compte tenu du caractère torrentiel des cours d'eau des Antilles Françaises (transport solide important) une attention particulière doit être portée au choix des supports afin de s'assurer qu'ils aient une stabilité maximale même lors de forts événements hydrauliques et qu'ils aient été immergés toute l'année. De même, les variations très rapides et importantes des débits des cours d'eau font que la largeur du lit des cours d'eau est, elle aussi, très variable. Il convient donc de choisir des substrats dont l'immersion est assurément permanente.

- Aucun prélèvement sur support meuble (sable, vases,...), ni sur bois n'a été réalisé.
- La surface à échantillonner afin d'obtenir une flore diatomique représentative est d'environ 100 cm² minimum, quel que soit le nombre et la nature des supports prospectés et la technique d'échantillonnage utilisée. Dans certain cas, cette surface pourra être étendue à 1000 cm² (cours d'eau très pauvre en algues). Généralement, l'échantillonnage est réalisé sur 5 substrats différents (20 cm² par substrat).

Remarque : L'abondance, globalement faible, des diatomées aux Antilles françaises est relativement variable d'une saison à l'autre et encore plus d'un cours d'eau à un autre. La surface échantillonnée a donc été adaptée à l'abondance estimée de matériel. Il est recommandé de prélever 10 substrats minimum (parfois 20 ou plus) pour une surface minimale de l'ordre de 1000cm².

- L'échantillon ainsi récolté sur le terrain est conditionné immédiatement par fixation au formol neutralisé (10 %). Quelquefois, la quantité de formol peut être augmentée en fonction de la quantité de matière organique récoltée afin de s'assurer de sa bonne conservation.

2.2.2. Opérations de laboratoires : préparation des lames

Toutes les opérations pour le traitement des diatomées sont réalisées en Martinique.

La préparation et le montage des lames de diatomées ont été réalisés conformément à la norme NF T 90-354 de décembre 2007.

L'identification des diatomées étant basée sur l'examen microscopique du frustule siliceux, les échantillons sont traités afin d'éliminer le protoplasme et en général toute la matière organique pouvant contaminer la préparation.

La qualité des lames issues des premiers échantillons récoltés dans les cours d'eau des Antilles Françaises n'ayant pas été satisfaisante, des aménagements du protocole décrit dans la norme ont été mis au point progressivement pour améliorer la qualité des lames.

Une partie aliquote de l'échantillon est prélevé pour être traité en vue de la confection d'une lame. L'aliquote est débarrassé du formol utilisé pour la fixation par des cycles de lavages/décantation à l'eau déminéralisée dans des béciers. Les béciers sont couverts pour éviter toutes contaminations entre échantillons. L'échantillon subit déjà un long traitement au peroxyde d'hydrogène (H₂O₂ 30% volume) à froid pendant 2 à 3 jours dans le but de commencer l'attaque de la matière organique. La préparation est ensuite mise à chauffer avec du peroxyde d'hydrogène durant une journée. La température de la solution doit être d'environ 90°C pour obtenir un traitement optimal durant une dizaine d'heures. Après refroidissement de l'échantillon, de l'acide chlorhydrique est ajouté pour éliminer les carbonates de calcium.

Deux cycles complets de traitement à l'H₂O₂ à chaud + Acide chlorhydrique sont systématiquement réalisés avant les rinçages successifs.

Quatre cycles de rinçage/décantation sont ensuite effectués pour éliminer tous les résidus des produits chimiques utilisés.

Après homogénéisation de l'échantillon traité restant, une goutte est déposée à l'aide d'un Pipetman Gilson sur une lamelle préalablement dégraissée (dans de l'eau savonneuse) ; ensuite celle-ci est laissée au repos jusqu'à l'évaporation totale du liquide. Le séchage se déroule à température ambiante. Le montage de la lamelle sur la lame se fait dans un milieu à indice de réfraction élevé (Naphrax, Brunel Microscopes Ltd). La plupart des détails structuraux des diatomées sont à la limite de la résolution de la lumière ce qui explique l'utilisation de ce milieu de montage. Une vérification de la concentration en diatomée en conditions réelles de comptage (objectif X100) est réalisée, pour aboutir après réglage (dilution ou concentration de l'échantillon traité) à une densité correcte de 10 à 20 unités diatomiques par champs. La lame est alors prête pour la détermination et l'inventaire.

2.2.3. Détermination et inventaire des diatomées

Chaque préparation a été examinée au microscope avec un grossissement x1000 (objectif X100 à immersion). Les observations peuvent être réalisées en contraste de phase, en contraste interférentielle et en fond clair. Après un balayage exhaustif de la lame afin d'identifier le plus d'espèces possibles, un comptage par champs (balayage par transect) est effectué sur au moins 500 valves afin de dresser un inventaire taxonomique.

Une attention particulière est apportée pour ne pas compter plus d'une fois une unité diatomique. La prise en compte des valves cassées se fait uniquement si au moins un pôle et la partie centrale sont présents, ce qui évite de compter deux fois la même unité. La même règle est utilisée si l'unité dépasse du champ d'observation. Les taxons observés sont régulièrement photographiés pour éviter toute dérive d'identification pour les taxons déjà connus, pour distinguer certains morphotypes dont l'identification est parfois plus aisée en comparant les photographies ou encore pour une recherche ultérieure pour ceux encore non connus.

Les inventaires ont été réalisés avec les guides méthodologiques pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomique Antillais (I.D.A.)²

² Programme d'étude et de recherche 2009-2012 : Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées.

2.2.4. Calcul de l'I.D.A. (Indice Diatomique Antillais)

La méthode utilisée pour l'élaboration du nouvel indice antillais est une adaptation de la méthode utilisée pour la création de l'Indice Biologique Diatomées (I.B.D.).

Le détail de cette méthode est décrit dans les rapports de synthèse des programmes de recherche et de développement précités.

Elle a permis de définir le profil des espèces caribéennes en fonction des classes de qualité selon la formule :

$$P(sp_{classe}) = \frac{\left(\text{OccTaxon}_{classe} * \sum_{classe} \text{abond Rel}_{sp} \right)}{\text{NbSites}_{classe} * \sum A}$$

$$\text{Où } A = \frac{\left(\text{OccTaxon} * \sum_{classe} \text{abond RelTaxon} \right)}{\text{NbSites}_{classe}}$$

$$P(sp_{classe}) \in [0,1]$$

La probabilité de présence d'un taxon dans une classe donnée est égale au rapport entre la somme de ses abondances relatives dans les sites de la classe sur le nombre de site de la classe.

Cette probabilité de présence est exprimée par un nombre compris entre 0 et 1.

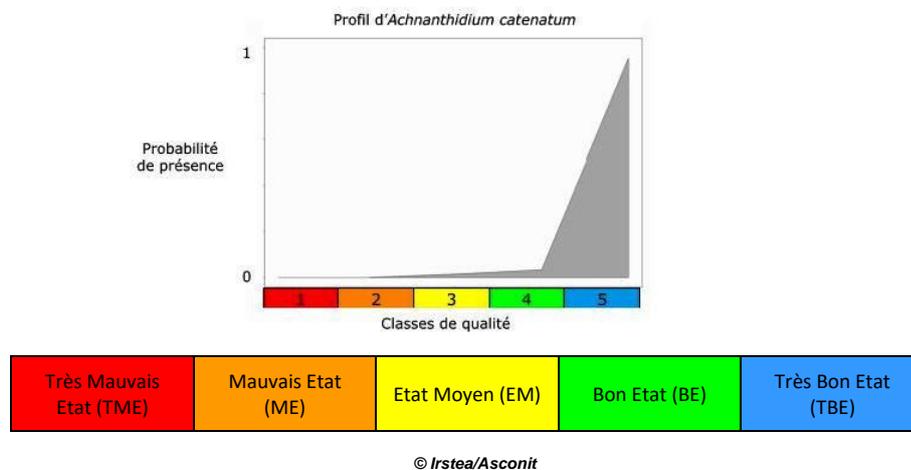


Figure 1 : Méthode de calcul de l'I.D.A.

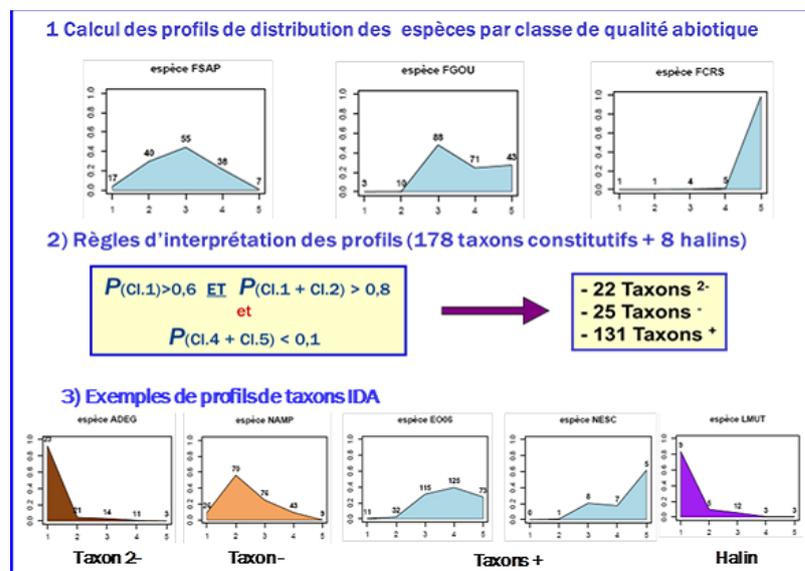
Le contexte tropical insulaire, caractérisé par des écoulements turbulents, des débits importants, et des cours d'eau dépourvu de tronçon aval lentique, fait qu'il y a un transfert constant et important des espèces de l'amont vers l'aval. La présence de ces espèces en provenance de l'amont sur tout le continuum du cours d'eau masque la présence de taxons inféodés aux perturbations anthropiques. Pour remédier à ce contexte dilutif, le calcul de l'indice a été conçu de manière à ce que la présence des espèces inféodées aux conditions dégradées, dites espèces cibles « - » et « 2- », minore la note indicielle. Les espèces cibles ont été identifiées selon plusieurs critères :

- **Les espèces cibles « - » sont des taxons :**
 - ✓ dont la probabilité de présence dans les classes 1 et 2 est supérieure ou égale à 55%,
ET
 - ✓ dont la probabilité de présence cumulée dans les classes 4 et 5 est inférieure ou égale à 17,5%.
- **Les espèces cibles « 2 - » sont des taxons :**
 - ✓ dont la probabilité de présence dans la classe de plus mauvaise qualité (classe 1) est supérieure ou égale à 60%,
ET
 - ✓ dont la probabilité de présence cumulée dans les classes 1 et 2 est supérieure ou égale à 80%,
ET
 - ✓ dont la probabilité de présence dans les classes de meilleure qualité (4 et 5) est inférieure ou égale à 10%.

Parmi les espèces potentiellement indicielles, quelques unes (8 dans la version consolidée de l'indice) ont été exclues du calcul de l'indice car étant inféodées au milieu marin et/ou saumâtre et n'étant donc pas indicatrices de perturbation anthropique en eaux douces. Au final, 178 espèces ont donc été intégrées à la construction et au calcul de l'indice I.D.A. version 2.

Trois différents types de taxons interviennent donc dans le calcul de l'I.D.A., avec les effectifs suivants dans chaque catégorie :

- 22 Taxons « 2- », assortis d'une valence d'altération de -3 (couleur marron),
- 25 Taxons « - », assortis d'une valence d'altération de -1 (couleur beige)
- 131 Taxons « + » (couleur bleu clair), auxquels il n'est pas affecté de valeur particulière vis-à-vis de la détection de l'altération,
- 8 taxons halins (couleur violet) ; leur présence étant conditionnée par des influences naturelles, ils n'interviennent donc pas dans le calcul de l'indice sur le relevé.



© Irstea/Asconit

Figure 2 : Méthode de calcul du profil des taxons indiciels

Le calcul de l'indice fait appel à la formule suivante :

$$\begin{aligned}
 \text{IDA-2} = & \left[\sum \text{Ab}_{\text{relative}}^+ * (\text{NbrEsp}^+ / \text{RS}) \right] \\
 & - \left[1 * \left[\sum \text{Ab}_{\text{relative}}^- * (\text{NbrEsp}^- / \text{RS}) \right] \right] \\
 & - \left[3 * \left[\sum \text{Ab}_{\text{relative}}^{2-} * (\text{NbrEsp}^{2-} / \text{RS}) \right] \right]
 \end{aligned}$$

RS = *richesse spécifique du site en taxons constitutifs*

L'indice peut ensuite être facilement transformé en note sur 20.

Le calcul de l'indice ne prend pas en compte les profils des taxons inventoriés comme dans le calcul de l'IBD mais repose sur la différence entre l'abondance relative des espèces « communes ou + » et celle des espèces cibles « - » et « 2- » au sein d'un site donné.

Le calcul des indices pour tous les sites a permis de déterminer 5 classes d'état. Pour cela, la limite entre la classe de « très bon état » et celle de « bon état » a été fixée en fonction des notes indicielles calculées pour tous les sites de référence. Les 4 autres classes ont été établies de manière à ce que leurs limites soient équidistantes.

2 grandes zones naturelles ont finalement été retenues pour construire les grilles d'EQRs3 :

- Une zone regroupée « Plaine », qui inclut les zones aux eaux fortement minéralisées de Martinique, la Zone des Mornes et la Plaine du Lamentin,
- Une zone regroupée « Volcan », qui inclut les cours d'eau situés sur les 2 zones volcaniques de Martinique et de Guadeloupe, ainsi que la Plaine Humide de la Basse-Terre de Guadeloupe.

Cette pratique a été rendue indispensable du fait de la lacune relative ou totale en sites de référence des 2 plus petites zones naturelles (Plaine du Lamentin en Martinique, Plaine humide de la Basse-Terre en Guadeloupe). Les regroupements ont surtout tenu compte du degré de minéralisation des eaux et de la biotypologie des assemblages diatomiques naturels.

Scénario Plaine (20)-3-1 OPT. (EQR de basculement BE-EM = 0,80)						
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	EM	ME	TME
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,925	≥ 0,80	≥ 0,61	≥ 0,38]0.38 ; 0.0]
NOTES d'IDA-2	18,0	≥ 16,65	≥ 14,4	≥ 10,98	≥ 6,84	6,84 - 0

Scénario Volcan (15)-1 OPT (EQR de basculement BE-EM = 0,915)						
CLASSE D'ETAT	NIVEAU DE REFERENCE	TBE	BE	EM	ME	TME
GRILLE d'EQR	1	≥ 0,975	≥ 0,915	≥ 0,60	≥ 0,34]0.34 ; 0.0]
NOTES d'IDA-2	19,63	≥ 19,139	≥ 17,961	≥ 11,778	≥ 6,871	6,871 - 0

© Irstea/Asconit

Figure 3 : Grille d'évaluation de l'état écologique

L'Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) a été calculé avec la routine sous « R » créée par l'Irstea. Les fichiers nécessaires à la mise en œuvre de cette routine de calcul sont regroupés dans un dossier zippé contenant le script et les éléments nécessaires à son bon fonctionnement. Ce dossier est téléchargeable sur le site hydro-bio DCE : <http://hydrobio-dce.irstea.fr/telecharger/diatomees-ibd/>.

³ Note de travail « Evaluation de l'Etat Ecologique aux Antilles à partir de l'IDA-2 (Indice Diatomique Antilles) » (11/05/2014). Anne EULIN (*), Estelle LEFRANCOIS (*), Julie GUEGUEN (**), Juliette ROSEBERY (**), Michel COSTE (**), François DELMAS (**)
 (*): ASCONIT Consultants, Antenne Caraïbes, 97224 DUCOS (Martinique) et Antenne de Montpellier, 34 790 GRABELS

(**): IRSTEA / Centre de Bordeaux, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 - CESTAS Cedex

3. PRESENTATION GENERALE DES SITES DU RESEAU DCE

Les sites des réseaux de surveillance, de référence, de contrôle opérationnel et de contrôle d'enquête sont au nombre de 30.

Afin de faciliter l'ajout des données dans la base qui a servie à la bancarisation et au traitement statistique pour la création de l'Indice Diatomique Antillais (I.D.A.), les codes attribués par Asconit et l'Irstea aux sites DCE ont été conservés.

Les codes stations pour la réalisation de la base de données I.D.A. (Asconit/Irstea) ont été créés comme suit :

Nom du cours d'eau (2 lettres)	Station/prélèvement (1 lettre)	m = Martinique	Campagne (1 chiffre)
BL	A	m	1

BL = Rivière Blanche

A = Alma

m = Martinique

0 = Campagne 0 (Carême 2009 uniquement en Martinique)

1 = Campagne 1 (Hivernage 2009)

2 = campagne 2 (Carême 2010)

3 = campagne 3 (Carême 2010)

4 = campagne 4 (Hivernage 2011)

5 = campagne 5 (Hivernage 2011 uniquement en Guadeloupe)

6 = campagne 6 (Carême 2012)

7 = campagne 7 (Carême 2013)

8 = campagne 8 (Hivernage 2013)

9 = campagne 9 (Carême 2014)

10 = campagne 10 (Carême 2015)

11 = campagne 11 (Carême 2016)

L'identification de la provenance de l'échantillon (« m » pour Martinique et « g » pour Guadeloupe) a permis une analyse globale des données récoltées sur l'ensemble des deux îles à la fin des deux programmes d'étude et de recherche 2009-2012 et des deux programmes d'étude et de recherche complémentaires 2013-2014.

Cette codification a été conservée pour l'ajout du suivi des réseaux DCE 2012, 2013, 2014 et 2015 à la base de données, ainsi que pour le présent suivi 2016.

Tableau 1 : Coordonnées géodésiques des stations du réseau de référence 2016 (correspondance des codes I.D.A. avec les codes SANDRE)

Code masse d'eau	Masse d'eau	Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	Système de coordonnées	Coordonnées		Réseau	Altitude (m)
								Y (latitude)	X (longitude)		
FRJR101	Grande Rivière	Grande Rivière	Grand Rivière	Trou Diabliesse	08101101	GRDm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1644060	696314	REF	45
FRJR103	Lorrain amont	Lorrain	Le Lorrain	Trace des Jésuites	08201101	LORM11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1631107	706062	REF	300
FRJR117	Case Navire amont	Duclos	Fort de France	Tunnel Didier	08301101	CANm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1621486	705139	REF	200
FRJR119	Carbet	Carbet	Fond St Denis	Source Pierrot	08320101	CARm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1629619	701652	REF	270
	ACER	Anse Céron	Le Prêcheur	Habitation Céron	08014101	CERm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1640432	691809	REF	30
FRJR113	Lézarde amont	Lézarde	Gros Morne	Palourde Lézarde	08501101	PALm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1627908	709955	REF/RCS	250
FRJR106	Galion	Galion	Gros Morne	Gommier	08221101	GALm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1629504	711280	REF	310
	ACER	Vauclin	Vauclin	La Broue	08703101	VAUm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1608734	730829	REF	19
FRJR108	Grande Rivière Pilote	Grande Rivière Pilote	Rivière Pilote	Beauregard	08811101	PILm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1606022	729098	REF	40

Source des données : Asconit

Tableau 2 : Coordonnées géodésiques des stations du réseau de surveillance 2016 (correspondance des codes I.D.A. avec les codes SANDRE)

Code masse d'eau	Masse d'eau	Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	Système de coordonnées	Coordonnées		Réseau	Altitude (m)
								Y (latitude)	X (longitude)		
FRJR101	Case Navire aval	Case Navire	Schoelcher	Bourg Schoelcher	08302101	CBNm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1617550	704684	RCS	8
FRJR116	Madame	Madame	Fort de France	Pont de Chaîne	08423101	MACm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1617079	707832	RCS	18
FRJR106	Galion	Galion	Trinité	Grand Galion	08225101	GAGm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1628015	719613	RCS	8
FRJR102	Capot	Capot	Le Lorrain	AEP Vivé Capot	08115101	CAVm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1640605	704821	RCS	50
FRJR112	Lézarde moyenne	Lézarde	Lamentin	Pont RN1	08521102	LEPm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1617085	716980	RCS	12
FRJR112	Lézarde moyenne	Lézarde	Lamentin	Gué de la Désirade	08521101	LEGm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1622384	715810	RCS	35
FRJR113	Lézarde amont	Lézarde	Lamentin	Pont Belle Île	08504101	PLBm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1623401	716067	RCS	54
FRJR120	Roxelane	Roxelane	St Pierre	Ancien Pont	08329101	ROSm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1631359	696189	RCS	7
FRJR119	Carbet	Carbet	Carbet	Fond Baise	08322101	CAFm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1627631	697235	RCS	46
FRJR110	Rivière Salée	Rivière des Coulisses	Rivière Salée	Petit Bourg	08803101	COPm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1609275	719567	RCS	9
FRJR109	Oman	Oman	Ste Luce	Dormante	08824101	OMDm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1602722	719762	RCS	9
FRJR105	Sainte Marie	Bezaudin	Ste Marie	Pont RD24 - Ste Marie	08213101	BERm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1634170	714635	RCS	14
FRJR101	Grande Rivière	Grande Rivière	Grand Rivière	Stade	08102101	GRSm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1644420	696250	RCS	30
FRJR103	Lorrain amont	Lorrain	Le Lorrain	Amont Pirogue	08203101	LOPm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1634935	709348	RCS	120

Source des données : Asconit

Tableau 3 : Coordonnées géodésiques des stations du réseau de contrôle opérationnel 2016 (correspondance des codes I.D.A. avec les codes SANDRE)

Code masse d'eau	Masse d'eau	Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	Système de coordonnées	Coordonnées		Réseau	Altitude (m)
								Y (latitude)	X (longitude)		
FRJR107	Desroses	Deux Courants	Le François	Pont N6	08616105	DCSbism11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1616512	725593	RCO	8
FRJR115	Monsieur	Monsieur	Fort de France	Pont Mongérald	08412102	MOMm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1616830	710294	RCO	12
	ACER	Petite Rivière	Lamentin	Brasserie Lorraine	08533101	PRBm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1617816	718198	RCO	15
FRJR108	Rivière Pilote	Grande Rivière Pilote	Rivière Pilote	Amont bourg	08813103	PIAm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1602878	726507	RCO	19
FRJR104	Lorrain aval	Lorrain	Le Lorrain	Seguineau - amont pont RN1	08205101	LOSm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1639761	710369	RCO	10

Source des données : Asconit

Nota bene : La station Deux Courants au Pont Séraphin (code Asconit DCS) a été remontée au niveau du Pont de la N6 pour s'absoudre de l'influence haline (répertoriée en DCSbis dans la base de données I.D.A.).

Tableau 4 : Coordonnées géodésiques des stations du réseau de contrôle d'enquête 2016 (correspondance des codes I.D.A. avec les codes SANDRE)

Code masse d'eau	Masse d'eau	Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	Système de coordonnées	Coordonnées		Réseau	Altitude (m)
								Y (latitude)	X (longitude)		
FRJR108	Grande Rivière Pilote	Petite Rivière Pilote	Rivière Pilote	Distillerie La Mauny	08812103	PPMm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1604780	725529	Enquête	47
FRJR114	Blanche	Blanche	Saint Joseph	Pont de l'Alma	08511101	BLAm11	WGS84 (UMT Nord fuseau 20)	1626424	705302	Enquête	511

Source des données : Asconit

4. CAMPAGNE DE PRELEVEMENT DU RESEAU DCE 2016

La campagne de prélèvement du réseau DCE 2016 a eu lieu les 30 et 31 mars 2016 (Caroline Bernadet/CBE et Sylvain Coulon/SCO) et du 4 au 8 avril 2016 (Anne Eulin-Garrigue/AEG et Julian Frederick/JF).

Les paramètres de physico-chimie in situ ont été mesurés pour tous les sites : Température (°C), pH, Oxygène (mg/l et pourcentage de saturation) et conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

Malgré les épisodes pluvieux survenus pendant cette période, les prélèvements de diatomées se sont déroulés dans de bonnes conditions hydrologiques (moyennes et basses eaux).

Une fiche synthétisant tous les renseignements nécessaires à l'exploitation des données physico-chimiques et floristiques a été remplie pour chaque site. Toutes les fiches stations sont regroupées ci-après, en annexe 1 du présent document.

En 2016, nous avons rencontré des problèmes sur 2 sites :

- La station de référence « Vauclin à La Broue - 08703101 »

Lors du prélèvement, cette station présentait des signes visibles d'eutrophisation avec une prolifération d'algues vertes filamenteuses (cf. photos ci-après).



© Anne Eulin-Garrigue

- La station de Surveillance « Galion à Grand Galion – 08225101 »

Le site avait subi de profond remaniement hydromorphologique en liaison avec l'exploitation agricole du Grand Galion rendant le prélèvement des diatomées benthiques impossibles (cf. photos ci-après).



© Anne Eulin-Garrigue

Nous avons donc prélevé/testé deux sites : Galion au pont de Bassignac/SIAPOC (code Asconit GASm11 et code SANDRE 08225102) et 1 site situé au milieu des champs entre la station de Surveillance et le site de Bassignac (code Asconit GACm11 et code SANDRE 08225114).

Un fichier informatique Excel synthétisant les renseignements sur les stations a été joint à ce document (annexes informatiques).

Un fichier informatique Excel regroupant tous les inventaires, ainsi que l'export OMNIDIA, ont été joints à ce document (annexes informatiques).

Les piluliers et les lames, accompagnés d'un tableau de référence, ont également été remis à l'ODE pour la diatothèque nationale.

A noter que la numérotation des inventaires de l'export OMNIDIA, des piluliers et des lames suit les recommandations de la diatothèque nationale, à savoir :

Année + code SANDRE + rang de prélèvement de l'année

Exemple pour la Grande Rivière à Trou Diabliesse : 20160810110101

Année 2015
Code SANDRE 08101101
Prélèvement n°1 de l'année 2016

5. ANALYSE DES PEUPELEMENTS DE DIATOMEES

5.1. Diversité et richesse spécifique

Les inventaires diatomiques, exprimés en ‰, sont fournis en annexe (fichier Excel/annexe informatique).

La diversité d'une biocénose peut s'exprimer simplement par le nombre d'espèces présentes. Mais ce nombre n'est pas souvent connu avec exactitude. Plusieurs indices de diversité ont été proposés, permettant de comparer entre eux des peuplements. Nous avons calculé l'indice de Shannon et Weaver (1949). Un indice de diversité élevé correspond à des conditions de milieu favorables (en particulier stabilité) permettant l'installation d'un peuplement équilibré, plutôt riche en espèces, mais où aucune espèce ne domine fortement les autres.

Tableau 5 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2016 - stations de référence

Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	Effectif	Nombre taxons	Diversité	Equitabilité	
Grande Rivière	Grand Rivière	Trou Diabliesse	08101101	GRDm11	507	31	3,55	0,72	
Lorrain	Le Lorrain	Trace des Jésuites	08201101	LORm11	503	32	3,11	0,62	
Duclos	Fort de France	Tunnel Didier	08301101	CANm11	524	37	3,44	0,66	
Carbet	Fond St Denis	Source Pierrot	08320101	CARm11	529	38	3,51	0,67	
Anse Céron	Le Prêcheur	Habitation Céron	08014101	CERm11	512	30	3,23	0,66	
Lézarde	Gros Morne	Palourde Lézarde	08501101	PALm11	510	25	3,45	0,74	
Galion	Gros Morne	Gommier	08221101	GALm11	543	28	3,18	0,66	
Vauclin	Vauclin	La Broue	08703101	VAUm11	503	33	3,52	0,70	
Pilote	Rivière Pilote	Beauregard	08811101	PILm11	516	23	2,05	0,45	
						Minimum	23	2,05	0,45
						Maximum	38	3,55	0,74

Source des données : Asconit

Le nombre de taxons du réseau de référence est variable d'une station à l'autre. Il est compris entre 23 pour la Rivière Pilote à Beauregard et 38 sur la Rivière du Carbet à Fond Saint Denis.

Les valeurs de diversité (indice de Shannon & Weaver), se révèlent également variables. L'équitabilité a également été calculée. Contrairement à l'indice de Shannon & Weaver, elle permet de s'affranchir des variations du nombre de taxons et de mieux appréhender l'équilibre entre les espèces au sein du peuplement. La diversité spécifique varie de 2,05 (Equitabilité = 0,45) dans la Rivière Pilote à Beauregard, à 3,55 (Equitabilité = 0,72) dans la Grande Rivière à Trou Diabliesse.

Tableau 6 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2016 - stations de surveillance

Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	Effectif	Nombre taxons	Diversité	Equitabilité	
Case Navire	Schoelcher	Bourg Schoelcher	08302101	CBNm11	524	59	4,75	0,81	
Madame	Fort de France	Pont de Chaîne	08423101	MACm11	506	43	4,09	0,75	
Galion	Trinité	Bassignac/SIAPOC	08225102	GASm11	530	36	3,54	0,68	
		Champs	08225114	GACm11	534	61	4,84	0,82	
Capot	Lorrain	AEP Vivé Capot	08115101	CAVm11	556	54	4,35	0,76	
Lézarde	Lamentin	Pont RN1	08521102	LEPm11	507	32	3,10	0,62	
Lézarde	Lamentin	Gué de la Désirade	08521101	LEGm11	535	79	5,25	0,83	
Petite Lézarde	Lamentin	Pont Belle Île	08504101	PLBm11	530	25	2,94	0,63	
Roxelane	St Pierre	Ancien Pont	08329101	ROSm11	509	26	2,37	0,50	
Carbet	Carbet	Fond Baise	08322101	CAFm11	534	40	3,56	0,67	
Couliesses	Rivière Salée	Petit Bourg	08803101	COPm11	516	33	3,54	0,70	
Oman	Ste Luce	Dormante	08824101	OMDm11	513	38	3,49	0,67	
Ste Marie - Bezaudin	Ste Marie	Pont RD24 - Ste Marie	08213101	BERm11	447	22	2,07	0,46	
Grande Rivière	Grand Rivière	Stade	08102101	GRSm11	548	34	4,08	0,80	
Lorrain	Lorrain	Amont Pirogue	08203101	LOPm11	506	41	3,75	0,70	
						Minimum	22	2,07	0,46
						Maximum	79	5,25	0,83

Source des données : Asconit

Le nombre de taxons du réseau de surveillance est beaucoup plus variable d'une station à l'autre. Il est compris entre 22 pour la Rivière Bezaudin à Sainte Marie et 79 sur la Lézarde au Gué de la Désirade.

Les valeurs de diversité (indice de Shannon & Weaver) et d'équitabilité se révèlent également très variables. La diversité spécifique varie de 2,07 (Equitabilité = 0,46) dans la Rivière Bezaudin à Sainte Marie, à 5,25 (Equitabilité = 0,83) dans la Lézarde au Gué de la Désirade.

Tableau 7 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2016 - stations de contrôle opérationnel

Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	Effectif	Nombre taxons	Diversité	Equitabilité	
Deux Courants	François	Pont N6	08616105	DCSbism11	585	54	4,46	0,77	
Monsieur	Fort de France	Pont Mongérald	08412102	MOMm11	561	68	5,12	0,84	
Petite Rivière	Lamentin	Brasserie Lorraine	08533101	PRBm11	522	45	4,69	0,85	
Pilote	Rivière Pilote	Amont bourg	08813103	PIAm11	523	43	3,52	0,65	
Lorrain	Lorrain	Seguineau - amont pont RN1	08205101	LOSm11	514	48	3,82	0,68	
						Minimum	43	3,52	0,65
						Maximum	68	5,12	0,85

Source des données : Asconit

Les stations du contrôle opérationnel ont des communautés de diatomées avec un nombre de taxons compris entre 43 pour la Rivière Pilote en amont du Bourg, et 68 pour la Rivière Monsieur au Pont de Montgérald.

Les valeurs de diversité (indice de Shannon & Weaver) et d'équitabilité varient de 3,52 (Equitabilité = 0,65) dans la Rivière Pilote à l'amont du Bourg, à 5,12 (Equitabilité = 0,84) pour la Rivière Monsieur au Pont de Montgérald.

Tableau 8 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2016 - stations de contrôle d'enquête

Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	Effectif	Nombre taxons	Diversité	Equitabilité	
Petite Pilote	Rivière Pilote	Distillerie La Mauny	08812103	PPMm11	507	25	3,49	0,75	
Blanche	Saint Joseph	Pont de l'Alma	08511101	BLAm11	505	28	3,26	0,68	
						Minimum	25	3,26	0,68
						Maximum	28	3,49	0,75

Source des données : Asconit

Les communautés de diatomées benthiques des deux sites prospectés pour le réseau de contrôle d'enquête se composent de 28 taxons pour la Rivière Blanche à l'Alma et de 25 taxons pour la Petite Rivière Pilote à La Mauny

Les valeurs de diversité (indice de Shannon & Weaver) et d'équitabilité sont de 3,49 (Equitabilité = 0,75) dans la Rivière Petite Pilote à La Mauny, à 3,26 (Equitabilité = 0,68) pour la Rivière Blanche au Pont de l'Alma.

Les diversités observées sur les 4 réseaux de suivi en 2016 sont conformes aux valeurs des années précédentes sur ces mêmes sites et normales pour les cours d'eau de Martinique.

Tableau 9 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2016 – valeurs moyennes pour chaque réseau de suivi

Réseau	Nombre taxons	Diversité moyenne	Equitabilité moyenne
Référence	31	3,23	0,65
Surveillance	42	3,71	0,69
Contrôles opérationnel	52	4,32	0,76
Contrôles d'Enquête	27	3,38	0,72

Source des données : Asconit

Comme en 2015, les sites prospectés du réseau de surveillance montrent des valeurs plus élevées pour les paramètres structuraux que celles observées pour le réseau de référence. Cela est encore plus notable pour le réseau de contrôle opérationnel.

En effet, les conditions les plus oligotrophes sont très souvent limitantes, ne permettant le développement que d'un nombre plus restreint d'espèces polluo-sensibles.

L'enrichissement du milieu vers les sites aval, qu'il soit naturel ou anthropique, permet le développement d'un nombre plus important de taxons.

A cela, il faut ajouter un contexte dilutif lié à la faible longueur des cours d'eau et à leur faciès torrentiel du au relief, y compris dans leur portion aval. La dérive des espèces en provenance de l'amont est donc importante et entraîne un « bruit de fond » constant mais d'intensité variable en fonction de la capacité des taxons à tolérer des conditions plus anthropisées.

5.2. Particularités taxonomiques

L'étude des communautés de diatomées a montré 1 particularité taxonomique notable en 2016 :

- Le développement non négligeable d'une nouvelle *Cymbella* codée CYM2 (*Cymbella* sp2) sur la station de la Rivière des Coulisses à Petit Bourg avec 5% du peuplement

Cymbella sp2



© Anne Eulin-Garrigue

A noter également, la présence de 4 nouveaux taxons rares (pas d'incidence sur les inventaires) et jamais observés en Martinique jusqu'à maintenant.

5.3. Indice Diatomique Antillais (I.D.A.)

Les notes obtenues, ainsi que l'évaluation de la qualité biologique globale, sont consignées dans les tableaux ci-après.

Code couleur

Très Bon Etat (TBE)	Bon Etat (BE)	Etat Moyen (EM)	Mauvais Etat (ME)	Très Mauvais Etat (TME)
---------------------	---------------	-----------------	-------------------	-------------------------

Tableau 10 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2016 - stations de référence

Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	HER VP	HER1	I.D.A.	Etat écologique
Grande Rivière	Grand Rivière	Trou Diabliesse	08101101	GRDm11	Volcan	Pitons du Nord	19,698	TBE
Lorrain	Le Lorrain	Trace des Jésuites	08201101	LORm11	Volcan	Pitons du Nord	20,000	TBE
Duclos	Fort de France	Tunnel Didier	08301101	CANm11	Volcan	Pitons du Nord	19,733	TBE
Carbet	Fond St Denis	Source Pierrot	08320101	CARm11	Volcan	Pitons du Nord	19,663	TBE
Anse Céron	Le Prêcheur	Habitation Céron	08014101	CERm11	Volcan	Pitons du Nord	20,000	TBE
Lézarde	Gros Morne	Palourde Lézarde	08501101	PALm11	Volcan	Pitons du Nord	20,000	TBE
Galion	Gros Morne	Gommier	08221101	GALm11	Volcan	Pitons du Nord	20,000	TBE
Vauclin	Vauclin	La Broue	08703101	VAUm11	Plaine	Mornes du Sud	17,798	TBE
Pilote	Rivière Pilote	Beauregard	08811101	PILm11	Plaine	Mornes du Sud	16,948	TBE

Source des données : Asconit/Irstea

Tous les sites du réseau de référence sont en Très Bon Etat en 2016.

Tableau 11 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2016 - stations de surveillance

Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	HER VP	HER1	I.D.A.	Etat écologique
Case Navire	Schoelcher	Bourg Schoelcher	08302101	CBNm10	Volcan	Pitons du Nord	17,044	EM
Madame	Fort de France	Pont de Chaîne	08423101	MACm10	Volcan	Pitons du Nord	16,789	EM
Galion	Trinité	Bassignac/SIAPOC	08225102	GASm11	Volcan	Pitons du Nord	19,469	TBE
		champs	08225114	GACm11	Volcan	Pitons du Nord	18,351	BE
Capot	Lorrain	AEP Vivé Capot	08115101	CAVm10	Volcan	Pitons du Nord	18,427	BE
Lézarde	Lamentin	Pont RN1	08521102	LEPm10	Volcan	Mornes du Sud	19,114	BE
Lézarde	Lamentin	Gué de la Désirade	08521101	LEGm10	Plaine	Mornes du Sud	18,009	BE
Petite Lézarde	Lamentin	Pont Belle Île	08504101	PLBm10	Volcan	Pitons du Nord	18,896	BE
Roxelane	St Pierre	Ancien Pont	08329101	ROSm10	Volcan	Pitons du Nord	17,242	EM
Carbet	Carbet	Fond Baise	08322101	CAFm10	Volcan	Pitons du Nord	19,050	BE
Coulisses	Rivière Salée	Petit Bourg	08803101	COPm10	Plaine	Mornes du Sud	13,481	EM
Oman	Ste Luce	Dormante	08824101	OMDm10	Plaine	Mornes du Sud	16,911	TBE
Ste Marie - Bezaudin	Ste Marie	Pont RD24 - Ste Marie	08213101	BERm10	Volcan	Pitons du Nord	19,601	TBE
Grande Rivière	Grand Rivière	Stade	08102101	GRSm10	Volcan	Pitons du Nord	19,062	BE
Lorrain	Lorrain	Amont Pirogue	08203101	LOPm10	Volcan	Pitons du Nord	20,000	TBE

Source des données : Asconit/Irstea

Quatre stations du réseau de surveillance présentent un risque de non atteinte du bon état écologique avec une note indicielle qui les situe en Etat Moyen ; il s'agit de la Rivière Case Navire-Bourg Schoelcher, la Rivière Madame à Pont de Chaînes, la Roxelane Saint Pierre et de la Rivière des Coulisses à Petit Bourg.

Les onze autres sites prospectés du réseau de surveillance sont en Bon Etat ou Très Bon Etat écologique.

Tableau 12 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2016 - stations de contrôle opérationnel

Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	HER VP	HER1	I.D.A.	Etat écologique
Deux Courants	François	Pont N6	08616105	DCSbism11	Plaine	Mornes du Sud	13,355	EM
Monsieur	Fort de France	Pont Mongérald	08412102	MOMm11	Volcan	Pitons du Nord	15,647	EM
Petite Rivière	Lamentin	Brasserie Lorraine	08533101	PRBm11	Plaine	Mornes du Sud	15,379	BE
Pilote	Rivière Pilote	Amont bourg	08813103	PIAm11	Plaine	Mornes du Sud	14,354	EM
Lorrain	Lorrain	Seguineau - amont pont RN1	08205101	LOSm11	Volcan	Pitons du Nord	19,178	TBE

Source des données : Asconit/Irstea

Trois stations du réseau de contrôles opérationnel présentent également un risque de non atteinte du bon état écologique ; ce sont la Rivière Deux Courant au Pont de la N6, la Rivière Monsieur au Pont de Montgérald et la Rivière Pilote- amont Bourg Rivière Pilote.

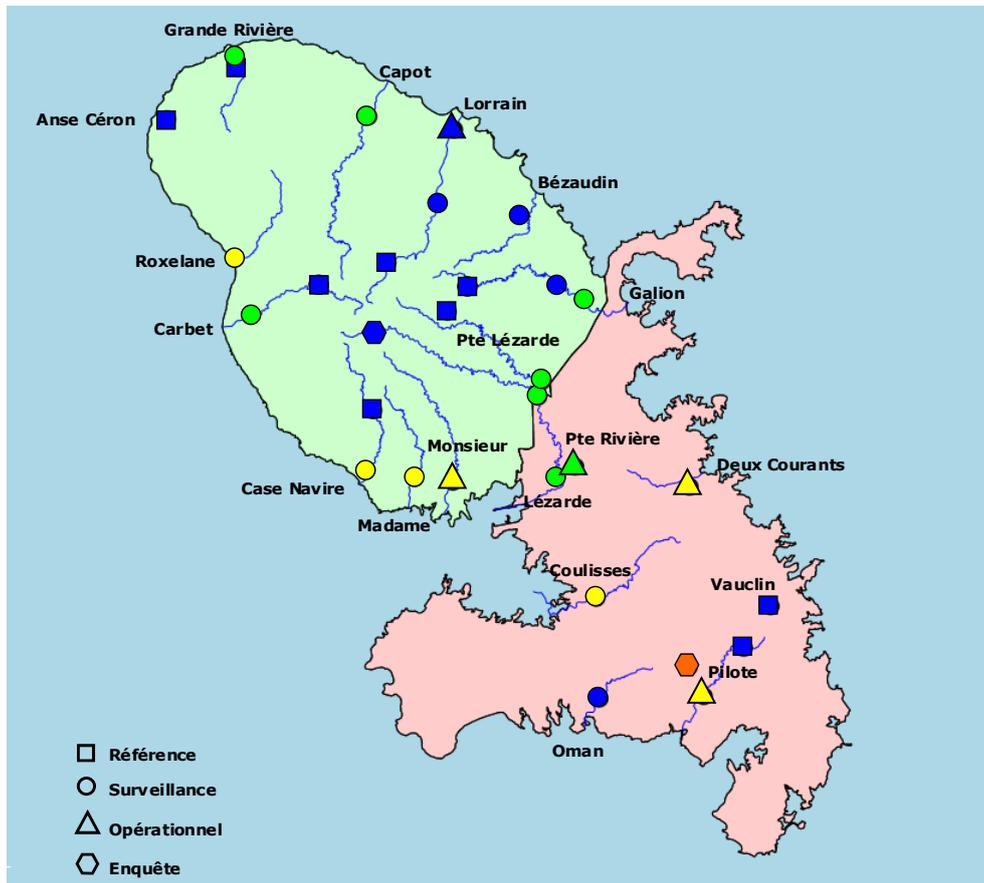
La Petite Rivière à Brasserie Lorraine et la Rivière du Lorrain à Séguineau sont respectivement en Bon Etat et Très Bon Etat écologique.

Tableau 13 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2016 - stations de contrôle d'enquête

Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Code station	Code ASCONIT	HER VP	HER1	I.D.A.	Etat écologique
Petite Pilote	Rivière Pilote	Distillerie La Mauny	08812103	PPMm11	Plaine	Mornes du Sud	9,019	ME
Blanche	Saint Joseph	Pont de l'Alma	08511101	BLAm11	Volcan	Pitons du Nord	19,676	TBE

Source des données : Asconit/Irstea

La Rivière Blanche à l'Alma est Très Bon Etat écologique. Par contre, la Petite Rivière Pilote à La Mauny est dans la classe Mauvais Etat écologique.



© Irstea/Asconit

Figure 4 : Carte de qualité de l'état écologique du réseau DCE Martinique en 2016

Source des données : Irstea/Asconit

5.4. Bilan comparatif de 2009 à 2016

Les états écologiques sont récapitulés depuis le début du suivi des stations du réseau DCE avec l'Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) dans le tableau ci-après.

Ces chroniques permettent de visualiser de grandes tendances évolutives.

Toutes les stations de référence oscillent entre le bon et le très bon état écologique. Avec la connaissance des sites, cette variation est plus en relation avec la variabilité naturelle et l'hydrologie qu'avec une quelconque pression anthropique.

Certaines stations du RCS, du RCO et d'Enquête sont également en bon à très bon état écologique, montrant ainsi que les pressions qu'elles subissent restent faibles à modérées au cours du temps.

Six stations du RCS et du RCO sont en état moyen de façon récurrente depuis Carême 2009, ce qui indique que les pressions qu'elles subissent sont permanentes et relativement importantes, et qu'elles ont un impact significatif sur les hydrosystèmes, sans pour autant être drastiques et entraîner un mauvais ou très mauvais état écologique de la masse d'eau.

Les autres stations alternent entre très bon état, bon état et état moyen, ce qui indique l'existence de pressions plus ou moins chroniques mais d'intensité variable et qu'il est difficile de quantifier.

Le seul site en mauvais état écologique est la Petite Rivière Pilote (dégradation notable en 2016) à l'aval du rejet de la rhumerie La Mauny/Trois Rivière) dont les rejets ont probablement augmentés du fait de leur regroupement sur le même site de production.

Tableau 14 : Bilan de l'état écologique de 2009 à 2016

Cours d'eau	Commune	Station/Localisation	Réseau	Code station	Code ASCONIT	HER VP	HER1	Etat écologique									
								Carême 2009	Hivernage 2009	Carême 2010	Hivernage 2010	Carême 2011	Carême 2012	Carême 2013	Carême 2014	Carême 2015	Carême 2016
Grande Rivière	Grand Rivière	Trou Diabliesse	Référence	08101101	GRD	Volcan	Pitons du Nord	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Lorrain	Le Lorrain	Trace des Jésuites	Référence	08201101	LOR	Volcan	Pitons du Nord	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE
Duclos	Fort de France	Tunnel Didier	Référence	08301101	CAN	Volcan	Pitons du Nord	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Carbet	Fond St Denis	Source Pierrot	Référence	08320101	CAR	Volcan	Pitons du Nord	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Anse Céron	Le Prêcheur	Habitation Céron	Référence	08014101	CER	Volcan	Pitons du Nord	TBE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Lézarde	Gros Morne	Palourde Lézarde	Référence	08501101	PAL	Volcan	Pitons du Nord	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Galion	Gros Morne	Gommier	Référence	08221101	GAL	Volcan	Pitons du Nord	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Vauclin	Vauclin	La Broue	Référence	08703101	VAU	Plaine	Mornes du Sud	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Pilote	Rivière Pilote	Beauregard	Référence	08811101	PIL	Plaine	Mornes du Sud	TBE	TBE	BE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE
Case Navire	Schoelcher	Bourg Schoelcher	Surveillance	08302101	CBN	Volcan	Pitons du Nord	EM	EM	EM	BE	EM	BE	BE	BE	EM	EM
Madame	Fort de France	Pont de Chaîne	Surveillance	08423101	MAC	Volcan	Pitons du Nord	EM	EM	EM	BE	EM	EM	EM	EM	EM	EM
Galion	Trinité	Grand Galion	Surveillance	08225101	GAG	Volcan	Pitons du Nord	EM	BE	BE	BE	BE	BE	EM	BE	EM	
Galion	Trinité	Bassignac/SIAPOC (pont N3)	Surveillance	08225102	GAS	Volcan	Pitons du Nord										TBE
Galion	Trinité	Champs	Surveillance	08225114	GAC	Volcan	Pitons du Nord										BE
Capot	Lorrain	AEP Vivé Capot	Surveillance	08115101	CAV	Volcan	Pitons du Nord	BE	BE	BE	BE	TBE	BE	BE	BE	TBE	BE
Lézarde	Lamentin	Pont RN1	Surveillance	08521102	LEP	Volcan	Mornes du Sud	TBE	BE	EM	BE	BE	EM	EM	BE	TBE	BE
Lézarde	Lamentin	Gué de la Désirade	Surveillance	08521101	LEG	Plaine	Mornes du Sud	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE
Petite Lézarde	Lamentin	Pont Belle Île	Surveillance	08504101	PLB	Volcan	Pitons du Nord	TBE	EM	BE	BE	BE	BE	TBE	BE	EM	BE
Roxelane	St Pierre	Ancien Pont	Surveillance	08329101	ROS	Volcan	Pitons du Nord	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM
Carbet	Carbet	Fond Baise	Surveillance	08322101	CAF	Volcan	Pitons du Nord	TBE	EM	TBE	BE	BE	BE	TBE	BE	TBE	BE
Coulisses	Rivière Salée	Petit Bourg	Surveillance	08803101	COP	Plaine	Mornes du Sud	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM
Oman	Ste Luce	Dormante	Surveillance	08824101	OMD	Plaine	Mornes du Sud	TBE	BE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE
Ste Marie - Bezaudin	Ste Marie	Pont RD24 - Ste Marie	Surveillance	08213101	BER	Volcan	Pitons du Nord	BE	BE	EM	EM	BE	BE	EM	BE	BE	TBE
Grande Rivière	Grand Rivière	Stade	Surveillance	08102101	GRS	Volcan	Pitons du Nord	BE	BE	BE	BE	BE	BE	TBE	TBE	BE	BE
Lorrain	Lorrain	Amont Pirogue	Surveillance	08203101	LOP	Volcan	Pitons du Nord	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE
Deux Courants	François	Pont N6	Opérationnel	08616105	DCSbis	Plaine	Mornes du Sud							EM	EM	EM	EM
Monsieur	Fort de France	Pont Mongérald	Opérationnel	08412102	MOM	Volcan	Pitons du Nord	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM	EM
Petite Rivière	Lamentin	Brasserie Lorraine	Opérationnel	08533101	PRB	Plaine	Mornes du Sud	TBE	BE	TBE	BE	BE	TBE	BE	TBE	EM	BE
Pilote	Rivière Pilote	Amont bourg	Opérationnel	08813102	PIA	Plaine	Mornes du Sud						BE	BE	EM	BE	EM
Lorrain	Lorrain	Seguineau - amont pont RN1	Opérationnel	08205101	LOS	Volcan	Pitons du Nord	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE
Petite Pilote	Rivière Pilote	Distillerie La Mauny	Enquête	08812103	PPM	Plaine	Mornes du Sud			BE		BE			BE	EM	ME
Blanche	Saint Joseph	Pont de l'Alma	Enquête	08511101	BLA	Volcan	Pitons du Nord		TBE	TBE	TBE	TBE			TBE	TBE	TBE

Source des données : Asconit/Irstea

6. CONCLUSION

15 stations sont considérées comme étant en **très bon état écologique (TBE)** selon l'I.D.A. en 2016.

9 stations de référence :

- La Grande Rivière à Trou Diabliesse
- La Rivière du Lorrain à la Trace des Jésuites (amélioration par rapport à 2014)
- La Rivière Case Navire (Bras Duclos) à Tunnel Didier
- La Rivière du Carbet à Source Pierrot
- La Rivière Anse Céron en amont de la prise d'eau du canal Habitation Céron
- La Rivière Lézarde à Palourde
- La Rivière du Galion à Gommier
- La Rivière du Vauclin à La Broue
- La Grande Rivière Pilote à Beauregard

4 stations de surveillance :

- La station du Galion à Bassignac (remplacement Galion à Grand Galion)
- La Rivière Oman à Dormante (amélioration par rapport à 2015)
- La Rivière Bezaudin à Sainte Marie (amélioration par rapport à 2015)
- La Rivière du Lorrain en amont de la confluence Pirogue

1 station de contrôle opérationnel :

- La Rivière du Lorrain à Séguineau (amélioration par rapport à 2015)

1 station de contrôles d'enquête :

- La Rivière Blanche au Pont de l'Alma

8 stations sont considérées comme étant en **bon état écologique (BE)** selon l'I.D.A. en 2016.

7 stations de surveillance :

- La station du Galion champs (remplacement Galion Grand Galion)
- La Rivière Capot à AEP Vivé Capot (perte d'1 classe de qualité par rapport à 2015)
- La Lézarde au Pont RN1 (perte d'1 classe de qualité par rapport à 2015)
- La Lézarde au Gué de la Désirade (perte d'1 classe de qualité par rapport à 2015)
- La Petite Lézarde au Pont Belle Île (amélioration par rapport à 2015)
- La Rivière du Carbet à Fond Baise (perte d'1 classe de qualité par rapport à 2015)
- La Grande Rivière au stade de Grand Rivière

1 station de contrôle opérationnel :

- La Petite Rivière à Brasserie Lorraine (amélioration par rapport à 2015)

7 stations sont considérées comme étant en **moyen état écologique (EM)** selon l'I.D.A. en 2016.

4 stations de surveillance :

- La Rivière Case Navire au bourg de Schoelcher
- La Rivière Madame au Pont de Chaînes
- La Roxelane à l'ancien pont à St Pierre
- La Rivière des Coulisses à Petit Bourg

3 stations de contrôle opérationnel :

- La Rivière Deux Courants au Pont Séraphin
- La Rivière Monsieur au Pont de Montgérald
- La Rivière Pilote – amont Bourg Rivière Pilote (perte d'1 classe de qualité par rapport à 2015)

1 station est considérée comme étant en **mauvais état écologique (ME)** selon l'I.D.A. en 2016.

1 station de contrôles d'enquête :

- La Petite Rivière Pilote à La Mauny (perte d'1 classe de qualité par rapport à 2015)

Ces masses d'eau présentent donc un risque de non atteinte du bon état écologique (état moyen), voire 1 très fort risque (mauvais état) pour La Petite Rivière Pilote à La Mauny.

Les résultats obtenus en 2016 restent conformes aux autres années. Par contre, la chronique évolutive de la station sur la Rivière Blanche à l'Alma la classe toujours en très bon état écologique (TBE) ; il semblerait donc judicieux de retirer ce site du réseau d'Enquête.

7. GLOSSAIRE

Algue : Organisme mono ou pluricellulaire à activité photosynthétique, vivant généralement dans un milieu aquatique.

Altération : Modification de l'état d'un milieu aquatique ou d'un hydrosystème, allant dans le sens d'une dégradation. Le plus souvent, ces altérations sont dues à des activités humaines, mais elles peuvent aussi être d'origine naturelle.

Anthropisation (perturbation anthropique) : Transformation d'un milieu sous l'action de l'homme, l'éloignant de son état naturel.

Biocénose : Ensemble des organismes vivants (animaux et végétaux dont microorganismes) qui occupent un écosystème donné. Ce groupement d'êtres vivants est caractérisé par une composition spécifique déterminée et par l'existence de phénomènes d'interdépendance. Il occupe un espace que l'on appelle biotope et constitue avec lui l'écosystème. Une biocénose se modifie au cours du temps (phase pionnière, phase intermédiaire et phase d'équilibre).

Biodiversité : Variété du vivant à tous ses niveaux : les gènes, les espèces et les populations, les écosystèmes et les processus naturels qui assurent la perpétuation de la vie sous toutes ses formes.

Bio-indicateur (indicateur biologique) : Indicateur constitué par une espèce (ou un groupe d'espèces) végétale ou animale dont la présence renseigne sur certaines caractéristiques physico-chimiques ou biologiques de l'environnement ou sur l'incidence de certaines pratiques. Les effets sont observables au niveau de l'individu et se traduisent par des altérations morphologiques, comportementales, tissulaires ou physiologiques (croissance et reproduction).

Biote : Ensemble des organismes vivants (la flore, la faune, les champignons, ainsi que les microorganismes tels bactéries, levures, ...) présents dans un habitat (ou biotope). Le biote intègre la description de l'organisation des espèces et de leur richesse spécifique.

Biotope : Espace caractérisé par des facteurs climatiques, géographiques, physiques, morphologiques et géologiques, ..., en équilibre constant ou cyclique et occupé par des organismes qui vivent en association spécifique (biocénose). C'est la composante non vivante (abiotique) de l'écosystème.

Diatomée : Algue brune microscopique pourvue d'un frustule siliceux

Diatomée benthique (ou périphytique) : Diatomée se développant fixées sur des substrats immergés (galets, macrophytes, ...).

Directive Cadre sur l'Eau (DCE) : Directive 2000/60/CE du parlement européen et du conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Elle fixe des objectifs environnementaux et des échéances pour améliorer l'état écologique et l'état chimique des masses d'eau de surface, ainsi que l'état quantitatif et l'état chimique des masses d'eau souterraines. La DCE fixe en particulier l'objectif général d'atteindre le « bon état » ou le « bon potentiel » des masses d'eau d'ici 2015, et établit une procédure de planification à cette fin (cycles de gestion de 6 ans : 2010-2015, 2016-2021, 2022-2027, ...).

Ecosystème aquatique (Hydrosystème) : Ecosystème spécifique des milieux aquatiques décrit généralement par les êtres vivants qui en font partie, la nature du lit des berges, les caractéristiques du bassin versant, le régime hydraulique, et les propriétés physico-chimiques de l'eau.

EQR (Ecological Quality Ration) ou Ecart à la référence : 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 et 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. Les bornes des classes d'état sont définies sur cette échelle EQR.

Etat écologique : Appréciation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux de surface. Il s'appuie sur des critères appelés éléments de qualité qui peuvent être de nature biologiques (faune, flore), hydromorphologiques ou physico-chimiques. L'état écologique comporte 5 classes : très bon, bon, moyen, médiocre et mauvais. Pour chaque type de masse d'eau, il se caractérise par un écart aux conditions de référence (conditions représentatives d'une eau de surface pas ou très peu influencée par l'activité humaine).

Etat de référence : Etat dans lequel serait un milieu aquatique dans des conditions naturelles ou très proches du naturel, c'est-à-dire non impactées par les activités anthropiques. Cette référence est donc obligatoirement rapportée au type de milieu concerné. Sur le profil longitudinal d'un même hydrosystème, les références pourront donc être très différentes entre les zones amont, médianes et aval.

Hydroécocorégion : Zone homogène du point de vue de la géologie, du relief et du climat. C'est l'un des principaux critères utilisés dans la typologie et la délimitation des masses d'eau de surface.

Indice biologique : Indicateur global d'évaluation de l'état du système. Il peut être calculé comme une métrique englobant toutes les fonctionnalités du système pour un groupe animal ou végétal donné (indice monométrique : IBD, IBMR, IBGN, ...) ou comme la combinaison de plusieurs métriques, traduisant alors la synthèse des indications données individuellement par ces métriques (indice multimétrique : I2M2, IPR+, ...).

Indice Biologique Diatomées (I.B.D.) : Indice qui permet d'évaluer la qualité biologique de l'eau d'un cours d'eau au moyen de l'analyse de la flore des diatomées benthiques.

Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) : Indice développé spécifiquement pour les Antilles Françaises et qui permet d'évaluer la qualité biologique de l'eau d'un cours d'eau au moyen de l'analyse de la flore des diatomées benthiques antillaises.

Indice de Diversité : Coefficient traduisant le degré de diversité d'une communauté. L'expression de l'indice de diversité est fonction de deux paramètres : le nombre d'espèces et le nombre d'individus par espèce. Il existe une multitude d'indices mais le plus couramment utilisé est celui de Shannon & Weaver (1949).

Masse d'eau : Portion de cours d'eau, canal, aquifère, plan d'eau ou zone côtière homogène. Il s'agit d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques destiné à être l'unité d'évaluation de la Directive Cadre sur l'Eau 2000/60/CE. Une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface, telles qu'un lac, un réservoir, une rivière, un fleuve ou canal, une partie de rivière, de fleuve ou de canal, une eau de transition ou une portion d'eaux côtières. Pour les cours d'eau, la délimitation des masses d'eau est basée principalement sur la taille du cours d'eau et la notion d'hydroécocorégion. Les masses d'eau sont regroupées en types homogènes qui servent de base à la définition de la notion de bon état (ou bon potentiel). Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou plusieurs aquifères.

Réseau de Contrôle d'Enquête : Réseau de stations de mesure ayant pour objectif, dans le cadre du programme de surveillance de l'état des eaux, de rechercher la pression qui entraîne une dégradation constatée. Il est à mettre en place lorsque les raisons de toute altération significatives du milieu sont inconnues, afin de déterminer les causes pour lesquelles une masse d'eau n'atteint pas ses objectifs environnementaux, ou pour le suivi de pollutions accidentelles.

Réseau de Référence (REF) : Réseau de station de mesure qui permet de définir les conditions de référence (conditions représentatives d'une eau de surface pas ou très peu influencée par l'activité humaine) pour la surveillance des masses d'eau.

Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) : Réseau de stations de mesure ayant pour vocation, dans le cadre du programme de surveillance de l'état des eaux, d'évaluer l'état général et les tendances d'évolution (à long terme) des eaux du bassin hydrographique, que ces évolutions soient naturelles ou dues aux activités humaines.

Réseau de Contrôle Opérationnel (RCO) : Réseau de stations de mesure permettant, dans le cadre de surveillance de l'état des eaux, d'établir des masses d'eau identifiées comme risquant de ne pas atteindre leurs objectifs environnementaux et d'évaluer l'efficacité des programmes de mesures sur celles-ci.

Richesse spécifique : Nombre d'espèces différentes recensées dans un même échantillon, permettant de mesurer la biodiversité d'un milieu.

Risque de non atteinte du bon état (RNBE) : Risque que les masses d'eau d'un territoire donné ne remplisse pas les objectifs fixés dans la Directive Cadre sur l'Eau.

Source des données : Asconit, Irstea, SIE et OIEau (www.glossaire.eaufrance.fr)

8. SIGLES ET ABBREVIATIONS

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

EQR : Ecological Quality Ratio (ou écart à la référence)

HER : Hydroécocorégion

I.B.D. : Indice Biologique Diatomées

I.D.A. : Indice Diatomique Antillais

REF : Réseau de Référence

RCE : Réseau de Contrôle d'Enquête

RCO : Réseau de Contrôle Opérationnel

RCS : Réseau de contrôle de Surveillance

9. BIBLIOGRAPHIE

9.1. Bibliographie générale

- AFNOR, 2007. Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD). Norme NF T: 90–354.
- BERTOLLI L.M. 2010 Diatomacea sperifiticas em substrates natural e artificial, reservatorio do rio passauna, regio metropolitan de Curitiba, Parana. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. pp229.
- BLANCO S., CJUGO-FIGUEIRAS C., ALVAREZ-BLANCO I., BECARES E., HOFFMANN L. & ECTOR L. 2010. Atlas de las diatomeas de la Cuenca del Duero. Universidad de Leon - Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann. p.49-52 et 180-191.
- BOURRELLY, P. and MANGUIN, E. 1952. Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances. Centre National de la Recherche Scientifique, Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, Paris. 281 pp.
- BOUTRY, S., GASSIOLE, G., ROSEBERY, J., GIRAUDEL, J.L., PERES, F., COSTE, M., DELMAS, F. 2012. Mise au point d'un indice diatomique pour les cours d'eau de la Réunion (IDR) : Rapport final sur la démarche d'élaboration de l'indice. Rapport OLE Réunion-Asconit-Irstea, Version finale, 10-10-2012, 98 pages + annexes.
- BOTTIN M. 2012. Rapport de thèse « Structure des assemblages de diatomées benthiques en rivière : l'environnement explique-t-il tout ? ». Thèse de Doctorat de l'École Doctorale « Sciences et Environnements » Spécialité « Ecologie », soutenue à l'Université Bordeaux 1, Talence (France) le 28/08/2012.
- BOX, G. E. P. and D. R. COX 1964. "An Analysis of Transformations." Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological) 26(2): 211-252.
- BRAAK, C. 1987. "The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis." Vegetatio 69: 69-77.
- CHANDESRES A., WASSON J-G, PELLA H. 2005. Hydro-écorégions de la Martinique. Proposition de régionalisation des écosystèmes aquatiques en vue de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau. Rapport Cemagref.
- COMPERE P. ET RIAUX-GOBIN C. 2009. Diatomées de quelques biotopes marins, saumâtres et dulçaquicoles de Guinée (Afrique occidentale). Systematics and Geography of Plants 79: 33-66.
- COSTE M., BOUTRY S., TISON-ROSEBERY J. and DELMAS F. 2009. Improvements of the Biological Diatom Index (BDI): Description and efficiency of the new version (BDI-2006). Ecological Indicators, 9: 621-650.
- COSTE M. in CEMAGREF, 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. CEMAGREF rapport Q.E. Lyon A.F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 218 pp (IPS Coste).
- DANIELIDIS D.B. and MANN D.G. 2002. The systematics of *Seminavis* (Bacillariophyta): the lost identities of *Amphora angusta*, *A. ventricosa* and *A. macilenta*. European Journal of Phycology 37(3): 429-448.
- DANIELIDIS DANIEL B. and MANN DAVID G. 2003. New species and new combinations in the genus *Seminavis* (Bacillariophyta). Diatom Research 18(1): 21–39.
- DRAY, S. and DUFOUR, A.B. 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. Journal of Statistical Software. 22(4): 1-20.
- DUFRENE M. and LEGENDRE P. 1997. Species assemblages and indicator species : the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs, 67: 345-66 (Indval).
- HLUBIKOVA D., ECTOR L. & HOFFMANN L. 2011. Examination of the type material of some diatom species related to *Achnantheidium minutissimum* (Kütz) Czarn. (Bacillariophyceae). Algological Studies 136/137: 19-43.
- JAHN R., KUSBER W-H & ROMERO O.E. 2009. *Cocconeis pediculus* Ehrenberg and *C. placentula* Ehrenberg var. *placentula* (Bacillariophyta) : Typification et taxonomy. Fottea 9(2) : 275-288.

JARI OKSANEN, F. GUILLAUME BLANCHET, ROELAND KINDT, PIERRE LEGENDRE, PETER R. MINCHIN, R. B. O'HARA, GAVIN L. SIMPSON, PETER SOLYMOS, M. HENRY, H. STEVENS and HELENE WAGNER 2012. *vegan*: Community Ecology Package. R package version 2.0-3. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>

J.O.C.E. 09/2000 - European Parliament and Council 2000 Water Framework Directive 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L327, 1–73.

JÜTTNER I., CHIMONIDES J. & COX E.J. 2011. Morphology, ecology and biogeography of diatom species related to *Achnantheidium pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi (Bacillariophyceae) in streams of the Indian and Nepalese Himalaya. *Algological Studies* 136/137: 45-76.

KELLY M.G., BENNETT C., COSTE M., DELMAS F., DENYS L., ECTOR L., FAUVILLE C., FERREOL M., GOLUB M., JARLMANN A., KAHLERT M., LUCEZ J., NI CHATAIN B., PARDO, I., PFISTER P., PINCISKA-FALTYNOWICZ J., SCHRANZ C., TISON J., VAN DAM H. & VILBASTE S. 2007. Central/Baltic GIG Phytobenthos Intercalibration Exercise. http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?/=intercalibration_2/lastest_committee/rivers/phytobenthos/ EN 1.0 &a=d

KELLY M. G. & WHITTON B.A. 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 7: 433–444.

KERMARREC L. 2012. Apport des outils de la biologie moléculaire pour l'utilisation des diatomées comme bioindicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques lotiques et pour l'étude de leur taxonomie. Thèse de doctorat de l'Université de Grenoble.

KOHONEN T. 1995. *Self-Organizing Maps*, volume 30 of Springer Series in Information Sciences. Springer, Berlin, Heidelberg. (Second Extended Edition 1997).

KRAMMER K. 1988. The *Gibberula*-group in the genus *Rhopalodia* O. Müller (Bacillariophyceae) II. Revision of the group and new taxa. *Nova Hedwigia* 47(1-2): 159-205.

LANGE-BERTALOT H. and KRAMMER K. 1993. Observations on *Simonsenia* and some small species of *Denticula* and *Nitzschia*. *Nova Hedwigia* 106: 121-131.

LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 2012. *Numerical Ecology* (Elsevier).

LENOIR A. & COSTE M. 1996. Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board network. In Whitton, B. A. & E. Rott (eds), *Use of Algae for Monitoring Rivers II*. Institut für Botanik. Universität Innsbruck: 29–43 (IBD Lenoir & Coste).

MONNIER O., LANGE-BERTALOT H., BERTRAND J. 2002. La flore des diatomées d'un aquarium d'eau douce tropicale I. Observations taxinomiques. Actes du 21ème Colloque de l'ADLaF.

MORALES E. A. 2005. Observations of the morphology of some known and new fragilaroid diatoms (Bacillariophyceae) from rivers in the USA. *Phycological Research* 53: 113-133.

MORALES E.A., ECTOR L., FERMANDEZ E., NOVAIS M.H., HLUBIKOVA D., HAMILTON P.B., BLANCO S., VIS M.L., KOCIOLEK J.P. 2011. The genus *Achnantheidium* Kütz (Achnanthesales, Bacillariophyceae) in Bolivian streams: a report of taxa found in recent investigations. *Algological Studies* 136/137: 89-130.

MORALES E.A. and VIS M.L. 2007. Epilithic diatoms (bacillariophyceae) from cloud forest and alpine streams in Bolivia, South America. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 156: 123-155.

NISBET M. et VERNEAUX J. 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classe en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de Limnologie* 6(2): 161-190.

REICHARDT E. 1997. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema pumilum* (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 65 (1-4): 99-129.

REICHARDT E. 2005. Die Identität von *Gomphonema entolejum* Ostrup (Bacillariophyceae) sowie Revision ähnlicher Arten mit weiter Axialarea. *Nova Hedwigia* 81(1-2): 115-144.

ROTT E., HOFMANN G., PALL K., PFISTER P. & PIPP E. 1997. Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation. *Publ. Wasserwirtschaftskataster, BMfLF*: 1–73 (SI Rott).

ROTT E., VAN DAM H., PFISTER P., PIPP E., PALL K., BINDER N. & ORTLER K. 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation, geochemische Reaktion, toxikologische und taxonomische Anmerkungen. *Publ. Wasserwirtschaftskataster, BMfLF*: 1–248 (TI Rott).

- SCHOEMAN F.R. & ARCHIBALD R.E.M. 1979. The Diatom Flora of Southern Africa N°5: *Navicula tenera*. CSIR Special Report WAT 50.
- SEGURA-GARCIA V., ISRADE-ALCANTARA I., MAIDANA N.I 2010. The genus *Navicula* sens stricto in the Upper Lerma Basin, México.I. Diatom Reseach 25(2): 367-383.
- SIVER P.A. & KLING H. 1997. Morphological observations of *Aulacoseira* using scanning electron microscopy. Can. J. Bot. 75: 1807-1835.
- SNOEIJIS P. 1992. Studies in the *Tabularia fasciculata* complex. Diatom Research 7 (2): 313-344.
- STERRENBURG F.A.S. 2001. Studies on the genera *Pleurosigma* and *Gyrosigma*. Academy of Naturel Sciences of Philadelphia 151: 121-127.
- TISON J., COSTE M., DELMAS F., CHANDESRIIS A., MENGIN N. et WASSON J.G. 2005. Flores diatomiques des cours d'eau : Typologie des assemblages de référence au niveau du territoire Français. Proposition de valeurs limites du « Bon Etat » pour l'IPS et l'IBD. Rapport Cemagref.
- TISON J., PARK Y.S., COSTE M., WASSON J.G., ECTOR L., RIMET F., DELMAS F. 2005. Typology of diatom communities and the influence of hydro-ecoregions: A study on the French hydrosystem scale. Water Research 39: 3177 – 3188.
- TROBAJO R., ROVIRA L., ECTOR L., WETZEL C.E., KELLY M. and MANN D.G. 2012. Morphology and identity of some ecologically important small *Nitzschia* species. Diatom Research 27: 1-23.
- TUJI A. & WILLIAMS D.M. 2008. Typification and type examination of *Synedra familiaris* Kütz. and related taxa. Diatom 24: 25-29.
- UEDA A., WATANABA T., AKANEYA K. and KATANO N. 2009. Diatoms in Akita Prefecture, northern part of Japan, part 1—Diatoms in strongly acidic hot springs. Diatom 25: 116-119.
- VAN DAM, H., A. MERTENS, et al. 1994. "A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands." Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28(1): 117-133.
- WARD, J. H. 1963. "Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function." Journal of the American Statistical Association 58(301): 236-244.
- WASSON J-G, CHANDESRIIS A., PELLA H. 2004. Hydro-écorégions de la Guadeloupe. Proposition de régionalisation des écosystèmes aquatiques en vue de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau. Rapport Cemagref.
- WILLIAMS D.M. and ROUND F.E. 1987. Revision of the genus *Fragilaria*. Diatom Research, 2 (2): 267-288.
- WYDRZYCKA U., LANGE-BERTALOT H. 2001. Las diatomeas (Bacillariophyceae) acidofilas del rio Agrio y sitios vinculados can su cuenca, volcan Poas, Costa Rica. BRENESIA 55-56. pp68.

9.2. Bibliographie spécifique : ouvrage de détermination

Sübwasserflora von Mitteleuropa :

- KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 1. Naviculaceae. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Sübwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/1 (Gustav Fisher Verlag, Stuttgart - New York, 1986). 876 p.
- KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Sübwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/2 (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1988). 611 p.
- KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Sübwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/3 (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1991). 599 p.
- KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 4. Achnanthaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Sübwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/4 (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1991). 468 p.

Diatoms of Europe :

KRAMMER K., The genus *Pinnularia*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.1 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2000). 703 p.

KRAMMER K., *Cymbella*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.3 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2002). 584 p.

KRAMMER K., *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbela*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.4 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2003). 530 p.

LANGE-BERTALOT H., *Navicula sensu stricto* - 10 genera separated from *Navicula sensu lato* - *Frustulia*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.2 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2001). 526 p.

LEVKOV Z., *Amphora sensu lato*. H. Lange-Bertalot ed., Diatoms of Europe - Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats - Vol.5 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2009). 916 p.

Iconographia Diatomologica :

LANGE-BERTALOT H. and METZELTIN D., Annotated Diatom Micrographs. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.2 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 1996). 390 p.

LANGE-BERTALOT H. and GENKAL S.I., Diatoms from Sibéria I - Islands in the Arctic Ocean (Yugorsky-Shar Strait). H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.6 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 1999). 294 p.

LEVKOV Z., KRSTIC S., METZELTIN D. and NAKOV T., Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.16 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2007). 613 p.

METZELTIN D. and LANGE-BERTALOT H., Diatoms from the Island continent Madagascar. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.11 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2002). 286 p.

METZELTIN D. and LANGE-BERTALOT H., Tropical Diatoms of South America. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.18 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2007). 877 p.

METZELTIN D. and LANGE-BERTALOT H., Tropical Diatoms of South America I. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.5 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 1998). 695 p.

METZELTIN D., LANGE-BERTALOT H. and GARCIA-RODRIGUEZ F., Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.15 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2005). 736 p.

REICHARDT E., Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Die Arten um *G.affine/insigne*, *G.angustatum/micropus*, *G. acuminatum* sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.8 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 1999). 203 p.

RUMRICH U., LANGE-BERTALOT H. and RUMRICH M., Diatomeen der Anden, Von Venezuela bis Patagonien/Tierra del Fuego. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.9 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2000). 673 p.

WERUM M. and LANGE-BERTALOT H., Diatom in springs. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.13 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2004). 479 p.

WITKOWSKI A., LANGE-BERTALOT H. and METZELTIN D., Diatom flora of marine coasts. H. Lange-Bertalot ed., Iconographia Diatomologica - Vol.7 (A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 2000). 925 p.

Bibliotheca Diatomologica :

KRAMMER K., Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part. H. Lange-Bertalot and P. Kociolek ed., Bibliotheca Diatomologica - Vol.36 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1997). 382 p.

KRAMMER K., Die cymbelloiden Diatomeen. Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 2. Encyonema part., Encyonopsis and Cymbellopsis. H. Lange-Bertalot and P. Kociolek ed., Bibliotheca Diatomologica - Vol.37 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1997). 469 p.

LANGE-BERTALOT H. and KRAMMER K., *Achnanthes*, eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung *Cocconeis* und Nachträgen zu den Naviculaceae. H. Lange-Bertalot ed., Bibliotheca Diatomologica - Vol.18 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1989). 389 p.

LANGE-BERTALOT H. 85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa Vol. 2/1-4. Bibliotheca Diatomologica - Vol.27 (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1993).

MOSER G., LANGE-BERTALOT H. and METZELTIN D., Insel der Endemiten. Geobotanisches Phänomen Neukaledonien. Bibliotheca Diatomologica - Vol. 38. H. Lange-Bertalot ed. (J. Cramer, Berlin - Stuttgart, 1998) 464 p.

MOSER G., Die diatomeenflora von Neukaledonien. Bibliotheca Diatomologica - Vol. 43. H. Lange-Bertalot ed. (J.Cramer, Berlin - Stuttgart, 1999) 205 p.

Autres livres ou ouvrages :

BOURRELLY P., Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II : Les algues jaunes et brunes : Chrysophycées, Xanthophycées et Diatomées (N. BOUBÉE & Cie, Paris, 1981) 517 p.

ECTOR L. and HLUBIKOVA D., Atlas des diatomées des Alpes-Maritimes et de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (Conseil Général des Alpes-Maritimes, 2009) 393 p.

HOFMANN et al., 2011. Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Lange-Bertalot, H. Eds., (A.R.G. Gantner verlag K.G. 2011) 908p.

KOBAYASI H., IDEI M., MAYAMA S., NAGUMO T. and OSADA K. Kobayasi's Atlas of Japanese Diatoms based on electron microscopy. Kobayasi H., Idei M., Mayama S., Nagumo T. and Osada K. Ed (Uchida Rokakuho Publishing Co. 2006)

LAVOIE I., HAMILTON P.B., CAMPEAU S., GRENIER M. and DILLON P.J., Guide d'identification des Diatomées des rivières de l'Est du Canada (Presses de l'Université du Québec, Québec, 2008) 252 p.

ROUND F.E., CRAWFORD R.M. and MANN D.G., The diatoms. Biology & morphology of the genera (Cambridge University Press, Cambridge, 2007) 747 p.

TAYLOR JC, HARDING WR, ARCHBALD GM - An illustrated Guide to Some Common Diatom Species from South Africa - WRC Report TT 282/07 - January 2007

TUDESQUE L., ECTOR L., 2002. Pré-atlas iconographique des rivières de la Guadeloupe. p78.

9.3. Bibliographie spécifique : documents produits dans le cadre des programmes de recherche & développement « Indice Diatomique Antillais »

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2013 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Rapport final (Version du 14/10/2013). 189 pages + annexes.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2013 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais (Version du 04/04/2013). 88 pages + planches iconographiques.

EULIN A., LEFRANCOIS, E., GUEGUEN, J., ROSEBERY, J., COSTE, M., DELMAS, F. - 2013- Note de travail : Evaluation de l'Etat Ecologique dans l'HER regroupée « Volcan » à partir de L'IDA (Indice Diatomique Antilles). Version du 28-05-2013, 4 pages.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2014 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais – Volume 1 (Version du 29/04/2014). 128 pages + planches illustratives des taxons inventoriés.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2014 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2012 - Mise au point d'un indice de bio-indication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomées Antillais – Volume 2 (Version du 29/04/2014). 474 p. dont planches iconographiques.

EULIN A., LEFRANCOIS, E., GUEGUEN, J., ROSEBERY, J., COSTE, M., DELMAS, F. - 2013- Note de travail : Evaluation de l'Etat Ecologique dans l'HER regroupée « Volcan » à partir de L'IDA (Indice Diatomique Antilles). Version du 28-05-2013, 4 pages.

EULIN A., LEFRANCOIS, E., GUEGUEN, J., ROSEBERY, J., COSTE, M., DELMAS, F. - 2014- Note technique : Evaluation de l'Etat Ecologique aux Antilles à partir de l'IDA-2 (Indice Diatomique Antilles). Version finale du 11/05/2014, 48 pages.

10. TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Méthode de calcul de l'I.D.A.</i>	12
<i>Figure 2 : Méthode de calcul du profil des taxons indiciels</i>	13
<i>Figure 3 : Grille d'évaluation de l'état écologique</i>	14
<i>Figure 4 : Carte de qualité de l'état écologique du réseau DCE Martinique</i>	24
<i>Tableau 1 : Coordonnées géodésiques des stations du réseau de référence 2015 (correspondance des codes I.D.A. avec les codes SANDRE)</i>	15
<i>Tableau 2 : Coordonnées géodésiques des stations du réseau de surveillance 2015 (correspondance des codes I.D.A. avec les codes SANDRE)</i>	16
<i>Tableau 3 : Coordonnées géodésiques des stations du réseau de contrôle opérationnel 2015 (correspondance des codes I.D.A. avec les codes SANDRE)</i>	16
<i>Tableau 4 : Coordonnées géodésiques des stations du réseau de contrôle d'enquête 2015 (correspondance des codes I.D.A. avec les codes SANDRE)</i>	16
<i>Tableau 5 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2015 - stations de référence</i>	19
<i>Tableau 6 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2015 - stations de surveillance</i>	20
<i>Tableau 7 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2015 - stations de contrôle opérationnel</i>	20
<i>Tableau 8 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2015 - stations de contrôle d'enquête</i>	21
<i>Tableau 9 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2015 – valeurs moyennes pour chaque réseau de suivi</i>	21
<i>Tableau 10 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2015 - stations de référence</i>	22
<i>Tableau 11 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2015 - stations de surveillance</i>	23
<i>Tableau 12 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2015 - stations de contrôle opérationnel</i>	23
<i>Tableau 13 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2015 - stations de contrôle d'enquête</i> ..	23
<i>Tableau 14 : Bilan de l'état écologique de 2009 à 2015</i>	25

11. ANNEXE 1 : FICHES STATIONS



Annexe1-Fiches station 2016.pdf

12. REMERCIEMENTS

Onema

**Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes**

01 45 14 36 00

www.onema.fr

ODE

**7 Avenue Condorcet
BP 32
97201 Fort de France
Martinique**

05 96 48 47 20

www.eaumartinique.fr



Hall C – Le Nadar
5, square Félix Nadar
94300 Vincennes
01 45 14 36 00
www.onema.fr



7 Avenue Condorcet
BP 32
97201 Fort de France
Martinique
05 96 48 47 20
www.eaumartinique.fr



B.P. 7212
97274 Schœlcher cedex
Martinique
05 96 59 57 00
www.martinique.developpement-durable.gouv.fr