

Avec le soutien financier de



OFB
OFFICE FRANÇAIS
DE LA BIODIVERSITÉ



REALISATION DU SUIVI BIOLOGIQUE DCE DES DIATOMEEES DANS LES COURS D'EAU DU RCS, RCO et RESEAU COMPLEMENTAIRE DE GUADELOUPE

Rapport Final

LEFRANÇOIS Estelle (ECO in'EAU)
EULIN-GARRIGUE Anne (HYDRECO)

Novembre 2021

Document élaboré dans le cadre de :

DCE2021

En partenariat avec :



- **AUTEURS**

Estelle LEFRANÇOIS, Chef de Projet (ECO IN'EAU), estellelefrancois82@gmail.com

Anne EULIN-GARRIGUE, Chef de Projet (HYDRECO), anne.eulin-garrigue@hydrecolab.com

- **CONTRIBUTEURS**

Hélène UDO, Chef de projet Coordination des études de connaissances sur l'eau et les milieux aquatiques en Outre-Mer, (AFB), helene.ud0@mnhn.fr

Isabelle NASSO, Chargée d'étude DCE, (Office De l'Eau Guadeloupe), isabelle.nasso@oe971.fr

Sophie KANOR, chargée d'étude milieux aquatiques et données, (Office De l'Eau Guadeloupe), Sophie.KANOR@oe971.fr

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

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

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : régional

Couverture géographique : Guadeloupe

Niveau de lecture : experts

- **RÉALISATION DU SUIVI BIOLOGIQUE DCE DES DIATOMEES DANS LES COURS D'EAU DE GUADELOUPE, ESTELLE LEFRANÇOIS & ANNE EULIN-GARRIGUE**

- **RÉSUMÉ**

La présente étude concerne le suivi de l'élément biologique « diatomées » dans les cours d'eau de la Guadeloupe dans le cadre de la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) pour l'année 2021. Parmi les 20 stations du Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS), 10 font également partie du Réseau de contrôle opérationnel (RCO), 2 appartiennent au RCO et au réseau complémentaire (RC) et une station appartient au RCS et au Réseau complémentaire. L'étude de ces 20 stations a permis d'établir l'état écologique des masses d'eau de la Guadeloupe par l'analyse des peuplements de diatomées et le calcul de l'Indice Diatomique Antillais (I.D.A.), indice biologique spécifiquement conçu pour la Martinique et la Guadeloupe. Treize stations sont en Très Bon État (TBE), 6 en Bon État (BE) et 1 est en Etat Ecologique Moyen.

- **MOTS CLÉS (THÉMATIQUE ET GÉOGRAPHIQUE)**

DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (DCE), COURS D'EAU, MASSES D'EAU, RÉSEAUX DE MESURE GUADELOUPE, INDICE BILOGIQUE, BIO-INDICATEUR, DIATOMÉES, INDICE DIATOMIQUE ANTILLAIS (I.D.A.)

- **ACHIEVEMENT OF BIOLOGICAL MONITORING DIATOMS IN RIVERS OF GUADELOUPE, ESTELLE LEFRANÇOIS & ANNE EULIN-GARRIGUE**

- **ABSTRACT**

The present study concerns the monitoring of the diatom biological element in the rivers of Guadeloupe within the context of the implementation of the Water Framework Directive (WFD) for the year 2021. Twenty stations belong to the Monitoring Control Network (RCS) were studied, 10 of them are part of the Operational Control Network (RCO), 2 belong to the RCO and the complementary network (RC) and one station belongs to the RCS and the complementary network. These 20 stations have made it possible to establish the ecological status of the water bodies of Guadeloupe through the diatom identification and the calculation of the Antillean Diatom Index (I.D.A.) which is a biological index specifically designed for Martinique and Guadeloupe. Thirteen stations are in Very Good Status (TBE), 6 in Good Status (BE).and one is in a Medium Status.

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

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

- **RÉALISATION DU SUIVI BIOLOGIQUE DCE DES DIATOMEES DANS LES COURS D'EAU DE GUADELOUPE, ESTELLE LEFRANÇOIS & ANNE EULIN-GARRIGUE**

- **SYNTHÈSE POUR L'ACTION OPÉRATIONNELLE**

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 Guadeloupe, 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 d'eau de Guadeloupe, ces organismes aquatiques étant l'un des maillons biologiques-clés identifiés par l'Union Européenne pour diagnostiquer l'État Écologique des cours d'eau dans tous les États-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 n'existe 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 menés 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 deux 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 connaissances auto-écologiques 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 les arrêtés d'évaluation du 27 juillet 2015¹ et du 7 août 2015².

Différents types de réseaux de mesures sont mis en œuvre en Basse Terre :

- **Le Réseau de Contrôle de Surveillance (RCS) de 20 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 12 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 appartiennent toutes au réseau de surveillance.
- **Le Réseau Complémentaire de 3 stations :**
Ce réseau a été conçu pour suivre l'impact des micropolluants et acquérir des connaissances. Ces 3 stations appartiennent au RCS ainsi qu'au RCO pour 2 d'entre elles.

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

² Arrêté du 7 août 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 (annexe IV).

- **Le Réseau de Référence (RR) de 13 stations :**

Ce réseau permet de caractériser des conditions de référence dans des milieux peu ou pas impactés par des dégradations et d'évaluer les changements à long terme des conditions naturelles.

L'Indice Diatomique Antillais étant encore « jeune » et la flore des diatomées benthiques antillaises encore imparfaitement connue (découverte de nouveaux taxons), son utilisation sur ces réseaux de mesure doit être l'occasion d'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.) mais elle en diffère par l'intégration de la notion d'espèces « cibles ». 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 grâce à un module de calcul en libre accès sur le site : <http://www.seee.eaufrance.fr>.

Les prélèvements ont été réalisés par Sylvain Coulon et Nicolas Bargier/HYDRECO entre le 7 et le 23 mars 2021. La confection des lames permanentes a été réalisée par Julian Frederick/HYDRECO. L'analyse des échantillons, la détermination taxonomique, la bancarisation et l'interprétation des données ont été réalisées par Estelle Lefrancois/ECO in'EAU. La méthodologie pour l'étude des diatomées benthiques de la Guadeloupe et le calcul de l'I.D.A. sont décrites dans le «Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice diatomique antillais – I.D.A. Collection "Guides et protocoles" de l'AFB, paru en juin 2019».

Parmi les stations des RCS, RCO et réseau complémentaire, 13 sont en Très Bon Etat Ecologique, 6 en Bon Etat et 1 en Etat Moyen :

13 stations en Très Bon État écologique :

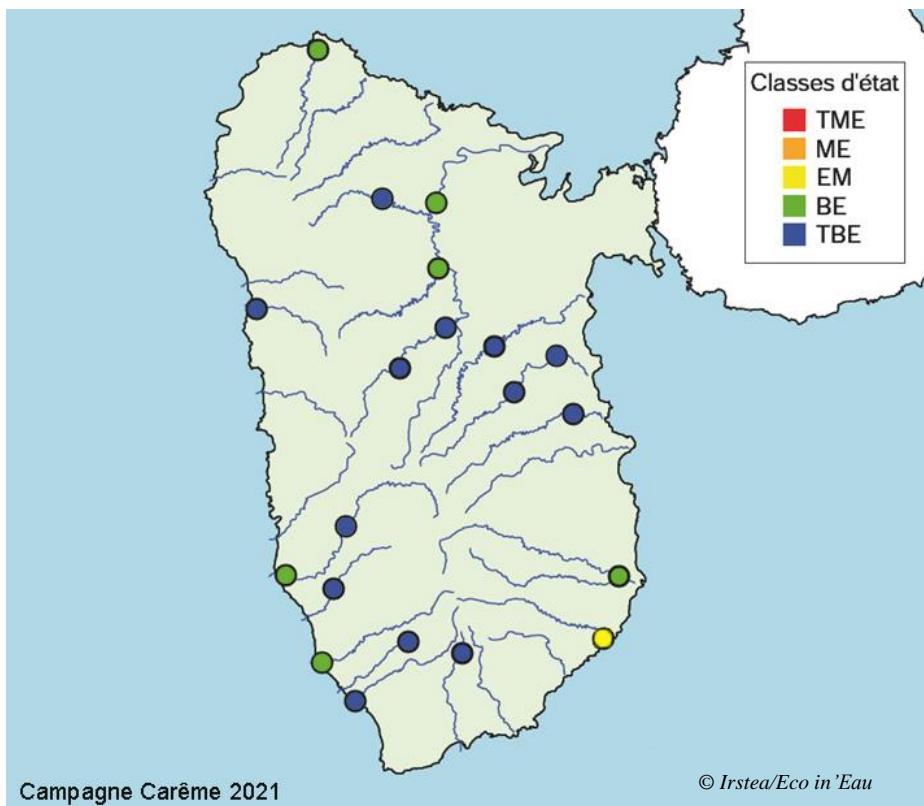
- Rivière Bras David amont (Maison de la forêt - 07012220)
- Rivière Galion (Pont embouchure - 07016001)
- Rivière Grande Anse amont (Moscou - 07017650)
- Rivière Grande Plaine aval (Pont RN - 07022008)
- Rivière aux Herbes (Choisy - 07023495)
- Rivière La lézarde aval (Section Diane - 07026037)
- Rivière Moustique Petit-Bourg aval (Pont RN - 07028015)
- Rivière Moustique Petit-Bourg amont (Trianon - 07028110)
- Rivière de Vieux Habitants amont (Prise d'eau - 07044007)
- Rivière Plessis (Vanibel - 07046295)
- Rivière du Premier Bras (amont Séverin - 07048110)
- Rivière Bras de Sable (Ravine Chaude - 07049040)
- Rivière La Rose aval (Jardin d'eau – 07050012)

6 stations en Bon État écologique :

- Grande Rivière de Capesterre aval (Pont RN - 07008015)
- Rivière Bras David aval (site INRA - 07012120)
- Grande Rivière à Goyave aval (Amont SIS - 07021016)
- Rivière de Vieux Habitants aval (Amont embouchure - 07032002)
- Rivière Nogent aval (Pont RN - 07047007)
- Rivière des Pères (Amont embouchure - 07032002)

et 1 station en État écologique Moyen :

- Rivière du Grand Carbet (Pont RN - 07009010)



Carte de qualité de l'état écologique du RCS de la Guadeloupe en 2021

Source des données : HYDRECO/ ECO in'EAU

La fiabilité de l'I.D.A. est jugée réduite sur 6 des 20 stations étudiées du fait de l'abondance relative de taxons non indiciens comprise entre 11 et 18% du peuplement. La note indicelle est jugée non valide dans 1 station du fait de la forte proportion (38%) de taxons non indiciens. Bien que l'abondance des taxons non indiciens soit relativement stable entre 2020 et 2021, on observe une tendance à l'augmentation de leur proportion dans les inventaires depuis 2013. Ce phénomène, commun à tous les indices biologiques, justifie la révision régulière des listes floristiques sur lesquels sont basés les calculs indicuels.

Comme les années précédentes, cette campagne du RCS a été l'occasion d'améliorer les connaissances des taxons présents sur le territoire et permettrait d'affiner leurs profils écologiques lors d'une éventuelle révision de l'indice.

Références :

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2013 - 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 : l'I.D.A.. 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'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 : l'I.D.A.. 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 : Évaluation de l'État Écologique dans l'HER regroupée « Volcan » à partir de L'I.D.A. (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'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 : l'I.D.A.. 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'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 : l'I.D.A.. 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 : Évaluation de l'État Écologique dans l'HER regroupée « Volcan » à partir de L'I.D.A. (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 : Évaluation de l'État Écologique aux Antilles à partir de l'I.D.A.-2 (Indice Diatomique Antilles). Version finale du 11/05/2014, 48 pages.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2015 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2014 - Production d'une version améliorée de l'Indice Diatomique Antilles (IDA-2), utilisation pour l'évaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau des Antilles. Rapport final (Version du 12/03/2015). 134 pages + annexes.

EULIN A., LEFRANCOIS E., DELMAS F., COSTE M., GUEGUEN J. et ROSEBERY J. 2019 Flore des diatomées des Antilles françaises. 5 volumes, 805 p.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2015 - Programme d'Étude et de Recherche 2009-2014 - Production d'une version améliorée de l'Indice Diatomique Antilles (IDA-2), utilisation pour l'évaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau des Antilles. Rapport final (Version du 12/03/2015). 134 pages + annexes.

LEFRANCOIS, E., EULIN, A., GUÉGUEN, J., COSTE, M., DELMAS, F., MONNIER, O. 2019 Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice diatomique antillais – I.D.A.. Collection "Guides et protocoles" de l'AFB.

anne.eulin-garrigue@hydrecolab.com	http://www.hydrecolab.com
estelle.lefrancois@eco-in-eau.fr	http://www.eco-in-eau.fr
francois.delmas@irstea.fr	http://www.irstea.fr/linstitut/nos-centres/bordeaux

SOMMAIRE

Article I.	Contexte et objectif de l'étude	10
Article II.	Description des interventions	10
Section II.1	Descripteurs : les diatomées.....	10
(a)	L'objectif.....	10
(b)	Les éléments à produire	10
Section II.2	Protocoles	11
(a)	Prélèvement des diatomées	11
(b)	Opérations de laboratoire : préparation des lames	12
(c)	Détermination et inventaire des diatomées	13
(d)	Calcul de l'I.D.A. (Indice Diatomique Antillais).....	14
Article III.	Présentation générale des sites du réseau DCE.....	17
Article IV.	Campagne de prélèvement du réseau DCE 2021	19
Article V.	Analyse des peuplements de diatomées	20
Section V.1	Diversité et richesse spécifique.....	20
Section V.2	Particularités taxonomiques	23
Section V.3	Indice Diatomique Antillais (I.D.A.).....	24
Section V.4	Représentativité et fiabilité de l'I.D.A. en 2021	26
Section V.5	Notes d'I.P.S. et d'I.B.D. - Représentativité et fiabilité de l'I.B.D. en 2021 .	30
Section V.6	Bilan comparatif de 2009 à 2021	32
Article VI.	Conclusion	34
Article VII.	Glossaire	35
Article VIII.	Sigles & Abréviations.....	37
Article IX.	Bibliographie.....	38
Section IX.1	Bibliographie générale	38
Section IX.2	Bibliographie spécifique : ouvrages de détermination.....	40
Section IX.3	Bibliographie spécifique : documents produits dans le cadre des programmes de recherche & développement « Indice Diatomique Antillais »	42
Article X.	Table des illustrations	44
Article XI.	Remerciements.....	45
Article XII.	Annexe 1 : Fiches stations	46
Article XIII.	Annexe 2 et 3 : Inventaires diatomiques - Campagne DCE971_2021	47
Article XIV.	Annexe 4_DCE971 2021-Reference Echantillons-Lames_RCS-RCO-RC	48

Article I. Contexte et objectif de l'étude

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 2021 au niveau des sites des Réseaux de Contrôle de Surveillance (RCS), de Contrôle Opérationnel (RCO), complémentaire (RC).

Le présent document constitue le rapport de synthèse final 2021.

Article II. Description des interventions

Section II.1 Descripteurs : les diatomées

(a) 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.

Contrairement aux macroinvertébrés benthiques, elles peuvent être récoltées facilement dans une large gamme de milieux. Elles 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 saprophiles ou hétérotrophes pour les pollutions organiques, halophiles pour les contaminations salines), la diminution de la taille des espèces et la présence de formes anormales (formes tératogènes).

(b) Les éléments à produire

- Le compte rendu de la campagne de prélèvement 2021.
- Les inventaires de diatomées et l'analyse des peuplements.
- La richesse spécifique, le calcul de l'indice de Shannon et Weaver et de l'indice d'équitabilité.
- Le calcul des valeurs de l'indice de polluosensibilité (IPS) et de l'Indice Biologique Diatomées (IBD)
- Le calcul du nouvel Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) et la détermination de l'état écologique des masses d'eau prospectées.
- Le bilan comparatif de 2009 à 2021.
- Les lames pour la diatomothèque nationale.

Section II.2 Protocoles

Dans le cadre de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE), des réseaux sont mis en place pour suivre l'impact des activités sur le milieu et connaître l'état de nos masses d'eau.

Dans ce contexte, deux programmes de Recherche-Développement menés 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 conduits 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 7 août 2015³.

Extrait de l'arrêté d'évaluation du 7 août 2015 concernant les diatomées

1.1.2.2. Méthodes ou principes applicables en Guadeloupe et en Martinique

Guide méthodologique de mise en œuvre des indices diatomique Antilles (IDA). A paraître en 2016.

Dans l'attente de l'édition du guide méthodologique de mise en œuvre de l'IDA, hormis en ce qui concerne l'identification des taxons, les référentiels méthodologiques et les spécificités antillaises de mise en œuvre sont :

Méthode ou principes d'échantillonnage :

-Norme française : NF T90-354. Qualité de l'eau-Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD) :

-Compte tenu des spécificités de l'environnement tropical insulaire et du peuplement diatomique des Antilles françaises, des adaptations du protocole d'échantillonnage sont nécessaires comme la nature du support et la surface à échantillonner (J. GUEGUEN, A. EULIN, E. LEFRANCOIS, S. BOUTRY, J. ROSEBERY, M. COSTE, F. DELMAS. Programme d'étude et de recherche 2009-2012. Mise au point d'un indice de bioindication de la qualité de l'eau des cours d'eau antillais à partir des diatomées : l'IDA. Rapport final-VF (12-03-2013). Irstea-Cemagref, Asconit Consultants).

Méthode ou principes de traitement et d'analyse des échantillons :

-Norme française : NF T90-354. Qualité de l'eau-Détermination de l'Indice Biologique Diatomées (IBD).

La version finale de l'I.D.A. a été finalisée en avril 2014 sur un jeu de 607 relevés complets couvrant les années 2009 à 2013, soit 5 années.

(a) Prélèvement des diatomées

Les prélèvements sont effectués conformément à la norme NF T 90-354 d'avril 2016 et la norme NF EN 13946.

La version d'avril 2016 de la norme spécifie une méthode pour l'échantillonnage, la préparation, l'identification et l'établissement de proportions relatives de diatomées benthiques en vue de constituer une liste floristique notamment à des fins d'évaluation de la qualité des eaux. Elle est applicable à la partie continentale d'un cours d'eau naturel ou artificialisé et aux canaux de France métropolitaine. Elle peut également être appliquée dans les départements et collectivités d'outre-mer, dans le cas où cette approche est pertinente et adaptée.

Certaines recommandations sont rappelées ci-après :

- 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 composite 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.

³ Arrêté du 7 août 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 (annexe IV).

- 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 évènements hydrauliques et qu'ils aient été immersés 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. La mise en œuvre de l'I.D.A. à partir d'un prélèvement réalisé sur un support végétal n'a, pour l'instant, pas été validée.

- Aucun prélèvement sur support meuble (sable, vases, ...), ni sur bois n'est 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 1000 cm².

- 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. L'éthanol est une alternative moins risquée pour la santé humaine et l'environnement. L'emploi d'éthanol à 95 % permet d'obtenir facilement une concentration finale à 70 % (v/v).

(b) Opérations de laboratoire : préparation des lames

Toutes les opérations pour le traitement des diatomées ont été réalisées au laboratoire de Petit Saut en Guyane par Julian Frederick.

Cette personne a été formée au prélèvement et au traitement des échantillons de diatomées par Anne Eulin-Garrigue depuis 2016.

De plus, Anne Eulin-Garrigue assure un suivi permanent des personnels HYDRECO concernant le prélèvement, le traitement, la gestion et l'archivage de tous les échantillons diatomées de la zone Antilles/Guyane par des séjours réguliers au laboratoire HYDRECO de Petit-Saut.

La préparation et le montage des lames de diatomées ont été réalisés conformément à la norme NF T 90-354 d'avril 2016.

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 fraction aliquote de l'échantillon est prélevée pour être traité en vue de la confection d'une lame. Les bêchers sont couverts pour éviter toutes contaminations entre échantillons. L'échantillon subit un long traitement à l'acide chlorhydrique pendant 24 à 48 heures, puis au peroxyde d'hydrogène (H_2O_2 30% volume) à froid, dans le but de commencer l'attaque de la matière organique. La préparation est ensuite mise à chauffer avec du peroxyde d'hydrogène durant plusieurs heures. 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.

Plusieurs cycles complets de traitement à l' H_2O_2 à chaud + Acide chlorhydrique sont systématiquement réalisés avant rinçage.

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.

(c) 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 interférentiel 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.)⁴ et la Flore des diatomées des Antilles Françaises⁵.

⁴ 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.

⁵ EULIN A., LEFRANCOIS E., DELMAS F., COSTE M., GUEGUEN J. et ROSEBERY J. – 2019 - Flore des diatomées des Antilles françaises. 5 volumes, 805 p.

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

La méthode utilisée pour l'élaboration du nouvel indice antillais intègre parfaitement les spécificités hydroclimatiques des écosystèmes aquatiques antillais. Elle a abouti à la conception d'un indice assez différent de l'IBD basé sur la notion d'espèces cibles.

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

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

$$P(sp_{classe}) = \frac{\left(OccTaxon_{classe} * \sum_{classe} abond Rel_{sp} \right)}{NbSites_{classe} * \sum A}$$

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

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

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.

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 laval. 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 indicelle. 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%.

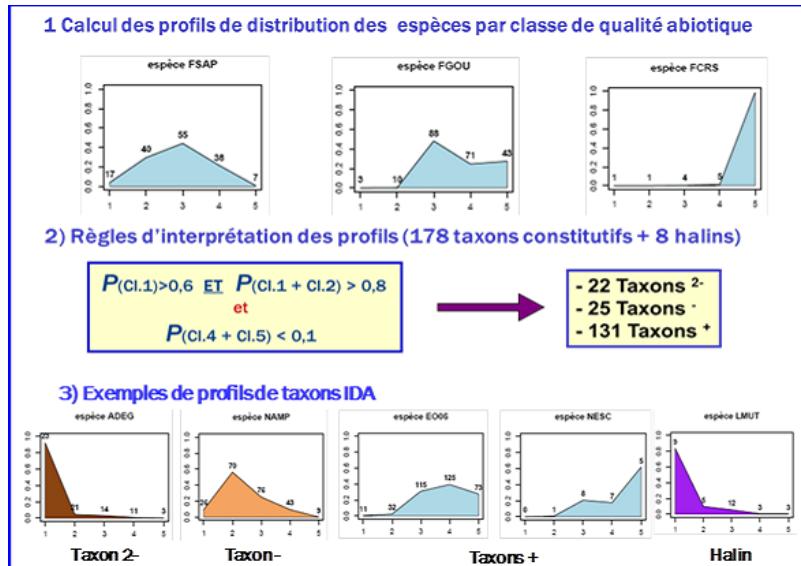
Tous les autres taxons indicuels ne remplissant pas ces conditions ne présentent aucun message particulier vis-à-vis de la détection de l'altération et sont nommés taxons « + ».

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. (Figure 1), 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 1 : Méthode de calcul du profil des taxons indicuels

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

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

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.

Deux grandes zones naturelles ont finalement été retenues pour construire les grilles d'EQRs⁶ :

- Une zone regroupée « Plaine », qui inclut les zones aux eaux fortement minéralisées de Martinique, la Zone des Mornes et la Plaine du Lamentin,

⁶ Annexe III de l'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.

- 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 deux 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.

Extrait de l'arrêté d'évaluation du 7 août 2015 concernant les diatomées⁷

DIATOMÉES DES COURS D'EAU DES ANTILLES			CATÉGORIES DE TAILLE DE COURS D'EAU				
Bassin	Hydroécorégions		Très grands	Grands	Moyens	Petits	Très petits
Guadeloupe	1	Basse-Terre plaine nord-est			0,975 - 0,915 - 0,60 - 0,34		
	3	Basse-Terre volcans					
Martinique	1	Pitons du Nord			0,925 - 0,80 - 0,61 - 0,38		
	2	Mornes du Sud et plaine du Lamentin ⁸					

a-b-c-d : a = limite inférieure du très bon état, b = limite inférieure du bon état, c = limite inférieure de l'état moyen, d = limite inférieure de l'état médiocre.
: Absence de références.
En grisé : type inexistant.
⁸! Sauf Lázarde de Martinique, cours d'eau issu de l'HER « Pitons du Nord » qui traverse ensuite rapidement la Plaine du Lamentin. Ce cours d'eau est à évaluer sur tout son cours sur la grille « Pitons du Nord ».

Grille retenue pour l'interprétation de l'I.D.A. en classe d'Etat Ecologique et code couleur associé⁸

	Classe d'état	TBE	BE	EM	ME	TME
	Code couleur	C90M15J20N0 RVB 26/117/204	C60M10J50N0 RVB 102/230/128	C0M10J65N0 RVB 255/230/89	C0M40J100N0 RVB 255/153/0	COM100J100N0 RVB 255/0/0
Zone Plaine (Sud de la Martinique)	EQR	≥ 0,925	≥ 0,8	≥ 0,61	≥ 0,38	0,38 - 0
	Notes d'I.D.A.	≥ 16,65	≥ 14,4	≥ 10,98	≥ 6,84	6,84 - 0
Zone Volcan (Nord de la Martinique et Guadeloupe)	EQR	≥ 0,975	≥ 0,915	≥ 0,60	≥ 0,34	0,34 - 0
	Notes d'I.D.A.	≥ 19,139	≥ 17,961	≥ 11,778	≥ 6,674	6,674 - 0

Le calcul des valeurs indicielles a été réalisé via un module de calcul en libre accès sur le site : <http://www.seee.eaufrance.fr>

L'Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) peut également être calculé avec la routine sous « R » créée par l'Irstea. Les fichiers nécessaires à la mise en œuvre de cette routine de calcul sont téléchargeables sur le site : <http://www.seee.eaufrance.fr>

⁷ Arrêté du 7 août 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 (annexe IV).

⁸ Lefrançois, E., Eulin, A., Guéguen, J., Coste, M., Delmas, F., Monnier, O. 2019 Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice diatomique antillais – IDA. Collection "Guides et protocoles" de l'AFB.

Article III. Présentation générale des sites du réseau DCE

Les sites des réseaux de Contrôle de surveillance, de contrôle opérationnel et complémentaire étudiés cette année 2021 sont au nombre de 20 (Tableau 1)

Afin de faciliter l'ajout des données dans la base qui a servi à la bancarisation et au traitement statistique pour la création de l'Indice Diatomique Antillais (I.D.A.), les codes attribués aux sites DCE par Asconit et Irstea lors de l'élaboration de l'I.D.A. ont été conservés, y compris pour certaines stations du réseau de référence lorsqu'elles avaient déjà été exploitées dans le cadre du programme de conception de l'indice.

A quelques exceptions près, 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 g = Guadeloupe	Campagne (en chiffre)
GC	P	g	16
BL	A	m	16

GC = Rivière du Grand Carbet
P = Pont RN
g = Guadeloupe

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 (Hivernage 2010)
- 4 = campagne 4 (Carême 2011)
- 5 = campagne 5 (Hivernage 2011 uniquement en Guadeloupe)
- 6 = campagne 6 (Carême 2012)
- 7 = campagne 7 (Carême 2013)
- 8 = campagne 8 (Hivernage 2013 uniquement sur les résurgences de l'HER Mornes du Sud)
- 9 = campagne 9 (Carême 2014)
- 10 = campagne 10 (Carême 2015 uniquement en Martinique)
- 11 = campagne 11 (Carême 2016)
- 12 = campagne 12 (Carême 2017)
- 13 = campagne 13 (Carême 2018)
- 14 = campagne 14 (Carême 2019)
- 15 = campagne 15 (Intersaison 2020 pouvant être considéré comme Carême 2020)
- 16 = campagne 16 (Carême 2021)

L'identification de la provenance de l'échantillon (« g » pour Guadeloupe et « m » pour Martinique) 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 à 2020 à la base de données, ainsi que pour le présent suivi 2021.

Tableau 1 : Coordonnées géodésiques des stations des réseaux RCS, RCO et complémentaire, Guadeloupe 2021 (correspondance des codes internes avec les codes SANDRE)
 Source des données : HYDRECO, ECO in'EAU, Office de l'eau Guadeloupe

Code IDA	Code interne	Référence Etude	Masse d'eau	Cours d'eau	Station	Commune	Code Sandre	Code ME	Réseau	RENSEIGNEMENT STATION		Pressions anthropiques potentielles connues		
										Coordonnées théorique (WGS84 UMT Nord fuseau 20) X	Y			
CAAg16	20217008015	DCE971_2021	FRIR16	GRANDE RIV. DE CAPESTERRE AVAL	Pont RN	Capesterre-BE	07008016	FRIR16	RCS	653277	1775898	Agriculture	Rejets domestiques	
GCPg16	20217009010	DCE971_2021	FRIR18	RIV. DU GRAND CARBET	Pont RN	Capesterre-BE	07009010	FRIR18	RCS/RCO	652309	1772019	Agriculture	Rejets domestiques	
BDIg16	20217012120	DCE971_2021	FRIR02	RIV. BRAS DAVID AVAL	Site INRA	Petit-Bourg	07012120	FRIR02	RCS/RCO	642513	1791236	Baignade		
BDMg16	20217012220	DCE971_2021	FRIR41	RIV. BRAS DAVID AMONT	Maison de la forêt	Petit-Bourg	07012220	FRIR41	RCS/RCO	639670	1788752	Baignades		
GAPg16	20217016001	DCE971_2021	FRIR23	RIVIÈRE GALION	Pont embouchure	Basse-Terre	07016001	FRIR23	RCS/RCO	636735	1767891	Zone urbanisée en amont	Agriculture	Baignades
GAMg16	20217017650	DCE971_2021	FRIR45	RIVIÈRE GRANDE ANSE AMONT	Moscou	Trois-Rivières	07017650	FRIR45	RCS/RCO	643549	1771098	Agriculture	Carbets	Baignades
GGAg16	20217021016	DCE971_2021	FRIR05	GRANDE RIV. À GOYAVE AVAL	Amont SIS	Sainte-Rose	07021016	FRIR05	RCS/RCO	641948	1798980	Agriculture	Zone urbanisée	
GPAg16	20217022008	DCE971_2021	FRIR32	RIV. GRANDE PLAINE AVAL	Pont RN	Pointe-Noire	07022008	FRIR32	RCS/RCO	630809	1792388	Autres (habitat diffus)		
HECg16	20217023495	DCE971_2021	FRIR24	RIVIÈRE AUX HERBES	Choisy	Sainte-Claude	07023495	FRIR24	RCS	640222	1771816	Pâturages	Maraîchage	Zone urbanisée
LEDg16	20217026037	DCE971_2021	FRIR08	RIVIÈRE LA LÉZARDE AVAL	Section Diane	Petit-Bourg	07026037	FRIR08	RCS/RCO	645541	1790069	Agriculture	Habitations	Baignade
MPPg16	20217028015	DCE971_2021	FRIR10	RIV. MOUSTIQUE PETIT-BOURG AVAL	Pont RN	Petit-Bourg	07028016	FRIR10	RCS/RCO/complémentaire	649406	1789513	Agriculture	Habitations	
MPTg16	20217028110	DCE971_2021	FRIR09	RIV. MOUSTIQUE PETIT-BOURG AMONT	Trianon	Petit-Bourg	07028110	FRIR09	RCS	646772	1787283	Baignades		
PEEg16	20217032002	DCE971_2021	FRIR25	RIVIÈRE DES PÈRES	Pont RN	Baillif	07032002	FRIR25	RCS/RCO/complémentaire	634389	1770505	Zone urbanisée	Agriculture	Rejets d'eaux usées
VHEg16	20217044007	DCE971_2021	FRIR28	GRANDE RIV. VIEUX HABITANTS AVAL	Amont embouchure	Vieux-Habitants	07044007	FRIR28	RCS/complémentaire	632630	1775916	Baignades	Autres (habitat diffus)	
VHGg16	20217044250	DCE971_2021	FRIR27	GRANDE RIV. VIEUX HABITANTS AMONT	Prise d'eau	Vieux-Habitants	07044250	FRIR27	RCS	636348	1778951			
PLVg16	20217046295	DCE971_2021	FRIR26	RIV. PLESSIS	Vanibel	Vieux-Habitants	07046295	FRIR26	RCS/RCO	635600	1775080	Habitations		
NOAg16	20217047007	DCE971_2021	FRIR36	RIVIÈRE NOGENT AVAL	Pont RN	Sainte-Rose	07047007	FRIR36	RCS/RCO	634618	1808426	Agriculture	Zone urbanisée en amont	
PBSg16	20217048110	DCE971_2021	FRIR04	RIVIÈRE DU PREMIER BRAS	Amont Séverin	Sainte-Rose	07048110	FRIR04	RCS	638621	1799261	Habitations	Baignades	Autres (pâturage)
BSCg16	20217049040	DCE971_2021	FRIR03	RIVIÈRE BRAS DE SABLE AVAL	Ravine Chaude	Lamentin	07049040	FRIR03	RCS	642076	1794945	Agriculture	Habitations	
ROJg16	20217050012	DCE971_2021	FRIR12	RIVIÈRE LA ROSE AVAL	Jardins d'eau	Goyave	07050012	FRIR12	RCS	650420	1785943	Baignades	Parc d'activités de loisir	

Article IV. Campagne de prélèvement du réseau DCE 2021

La campagne de prélèvement des diatomées benthiques du réseau DCE 2021 a eu lieu entre le 7 et le 23 mars 2021, conjointement aux opérations de pêches électriques conformément aux recommandations de l'Office de l'Eau de la Guadeloupe. Ces prélèvements ont été réalisés par Sylvain Coulon et Nicolas Bargier (HYDRECO).

Les conditions hydrologiques se sont révélées adéquates pour le prélèvement et l'analyse des diatomées et conformes aux prescriptions retenues dans le Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice diatomique antillais.

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

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 en annexe du présent document. Un fichier informatique Excel synthétisant les renseignements sur les stations et les conditions de prélèvement a été joint à ce document (annexe 1 des annexes informatiques).

Un fichier regroupant tous les inventaires (format Excel et pdf), ainsi que les exports OMNIDIA (format PRN), ont été joints à ce document (annexes 2 et 3 des annexes informatiques).

Les lames, accompagnées d'un tableau de référence (annexe 4 des annexes informatiques), ont également été remises à l'Office de l'Eau pour la diatothèque nationale.

La numérotation des inventaires de l'export OMNIDIA 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 de Capesterre : 20210700801601

Année 2021
Code SANDRE 08101101
Prélèvement n°1 de l'année 2021

Article V. Analyse des peuplements de diatomées

Section V.1 Diversité et richesse spécifique

Tableau 2 : Richesse spécifique et indice de diversité des peuplements - campagne 2021
Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU/ Office de l'eau Guadeloupe

Code interne	Cours d'eau	Station	Code Sandre	Réseau	Date de prélèvement	Effectif	NB esp	Diversité	Equitabilité
CAAg16	Grande Rivière de Capesterre Aval	Pont RN	07008015	RCS	16/03/2021	519	43	4,25	0,78
GCPg16	Rivière du Grand Carbet	Pont RN	07009010	RCS/RCO	13/03/2021	511	30	3,38	0,69
BDIg16	Rivière Bras David Aval	Site INRA	07012120	RCS/RCO	23/03/2021	508	29	3,3	0,68
BDMg16	Rivière Bras David Amont	Maison de la forêt	07012220	RCS/RCO	23/03/2021	516	23	2,63	0,58
GAPg16	Rivière du Galion	Pont embouchure	07016001	RCS/RCO	12/03/2021	516	34	3,04	0,6
GAMg16	Rivière Grande Anse Amont	Moscou	07017650	RCS/RCO	15/03/2021	524	27	3,53	0,74
GGAg16	Grande Rivière à Goyaves Aval	Amont SIS	07021016	RCS/RCO	19/03/2021	510	35	3,4	0,66
GPAg16	Rivière Grande Plaine Aval	Pont RN	07022008	RCS/RCO	07/03/2021	518	16	2,59	0,65
HECg16	Rivière Aux Herbes	Choisy	07023495	RCS	12/03/2021	526	43	4,48	0,83
LEDg16	Rivière La Lézarde Aval	Section Diane	07026037	RCS/RCO	23/03/2021	513	25	3,12	0,67
MPPg16	Rivière Moustique Petit-Bourg Aval	Pont RN	07028015	RCS/RCO/RC	22/03/2021	513	32	3,66	0,73
MPTg16	Rivière Moustique Petit-Bourg Amont	Trianon	07028110	RCS	22/03/2021	513	31	3,59	0,72
PEEg16	Rivière des Pères	Pont RN	07032002	RCS/RCO/RC	11/03/2021	517	41	4,29	0,8
VHEg16	Grande Rivière de Vieux-Habitants Aval	Amont embouchure	07044007	RCS/RCO/RC	09/03/2021	518	30	3,1	0,63
VHGg16	Grande Rivière de Vieux-Habitants Amont	Prise d'eau	07044250	RCS	11/03/2021	521	19	2,06	0,48
PLVg16	Rivière de Plessis	Vanibel	07046295	RCS/RCO	11/03/2021	520	27	3,32	0,7
NOAg16	Rivière Nogent Aval	Pont RN	07047007	RCS/RCO	18/03/2021	521	32	3,38	0,68
PBSg16	Rivière du Premier Bras	Amont Séverin	07048110	RCS	31/03/2021	545	18	3,2	0,77
BSCg16	Rivière Bras de Sable Aval	Ravine Chaude	07049040	RCS	21/03/2021	507	27	2,82	0,59

Code interne	Cours d'eau	Station	Code Sandre	Réseau	Date de prélèvement	Effectif	NB esp	Diversité	Equitabilité
ROJg16	Rivière La Rose Aval	Jardins d'eau	07050012	RCS	22/03/2021	515	30	3,71	0,76
						MINIMUM	16	2,06	0,48
						MOYENNE	30	3,34	0,69
						MAXIMUM	43	4,48	0,83

Le nombre de taxons inventoriés est compris entre 16 pour la Rivière Grande Plaine Aval et 43 pour la Rivière aux Herbes et la Grande Rivière de Capesterre Aval (Tableau 2). Comme souvent, la Rivière Grande Plaine aval héberge un peuplement particulier et relativement pauvre. La structure des peuplements diatomiques inventoriés est classique pour la Guadeloupe. Comme l'illustre la Figure 2, on n'observe pas de différence notable entre les richesses spécifiques des stations selon le type de réseau (Surveillance, Surveillance/opérationnel/complémentaire et Référence⁹).

La diversité spécifique, évaluée par l'indice de Shannon & Weaver, varie de 2,06 (Equitabilité¹⁰ = 0,48) dans la Grande Rivière de Vieux-Habitants Amont (Prise d'eau) à 4,48 (Equitabilité = 0,83) dans la Rivière aux Herbes (Choisy) (Tableau 2). Ces valeurs sont globalement classiques pour la Guadeloupe. Cependant les peuplements de quelques stations ont sensiblement évolué par rapport aux années précédentes :

- La Rivière des Pères (Pont RN), la Grande Rivière de Capesterre Aval (Pont RN) et la Rivière aux Herbes (Choisy) hébergent cette année des peuplements riches et diversifiés, ce qui est assez inhabituel. Rappelons qu'un peuplement diversifié est considéré comme le reflet de conditions de milieu favorables et stables permettant l'installation d'un maximum d'espèces adaptées.
- De plus, le peuplement de la Rivière aux Herbes à Choisy est composé d'espèces courantes pour la Guadeloupe alors qu'il a souvent été inventorié un peuplement dominé par quelques espèces caractéristiques de cette station (*Nupela* sp2, *N. rumrichorum*), totalement absentes cette année.
- La Rivière La Rose Aval (Jardins d'eau) héberge cette année un peuplement moyennement riche et diversifié alors que très souvent, les années précédentes, le peuplement y était particulièrement diversifié.

⁹ Les résultats issus de l'étude de 13 stations du réseau de référence en 2021 ont été intégrés au graphique à titre de comparaison

¹⁰ Contrairement à l'indice de Shannon & Weaver, l'équitabilité permet de s'affranchir des variations du nombre de taxons et de mieux appréhender l'équilibre entre les espèces au sein du peuplement.

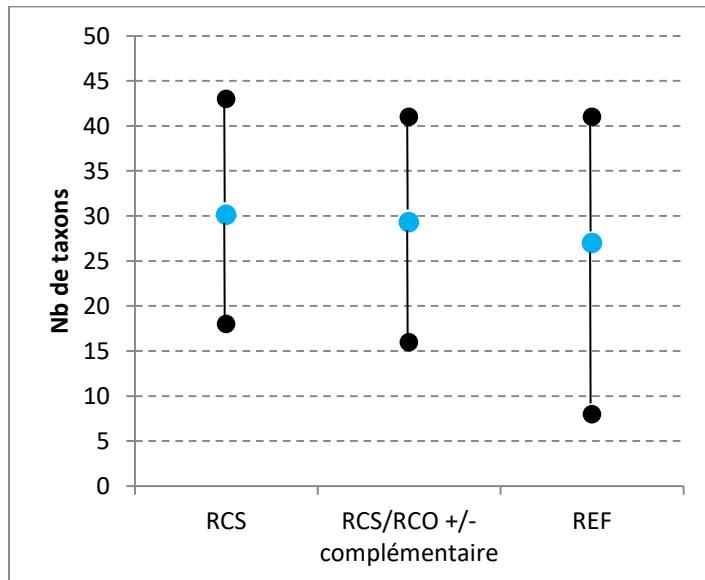


Figure 2 : Richesse spécifique moyenne (point bleu), minimale et maximale (barre d'écart à la moyenne).
Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU

Les valeurs de diversité spécifique et d'équitabilité sont courantes pour la Guadeloupe. Quel que soit le réseau auquel elles appartiennent, les stations ne présentent pas de différences majeures en termes de richesse ou de diversité spécifique (Figure 3).

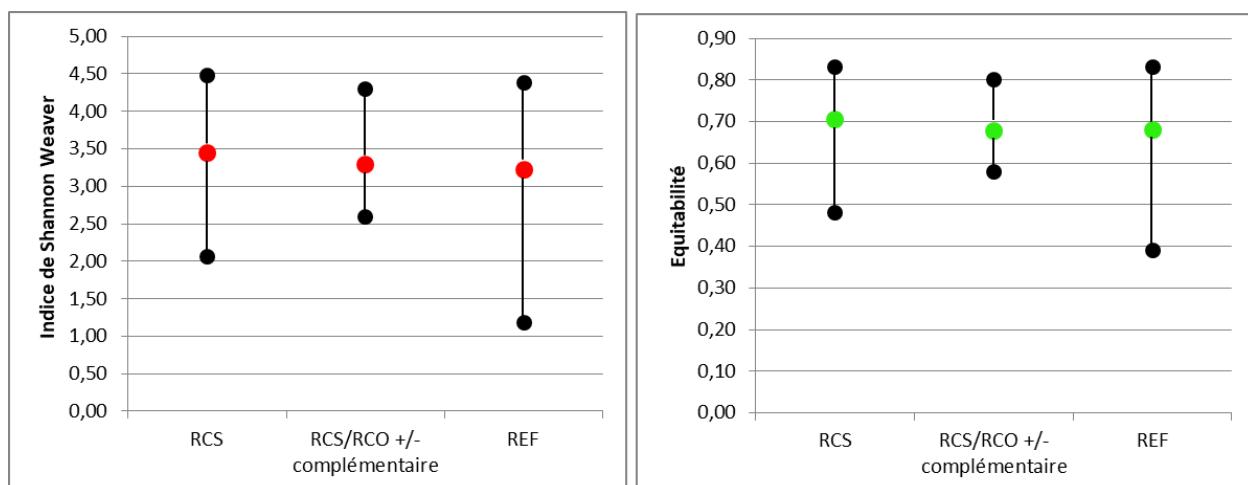


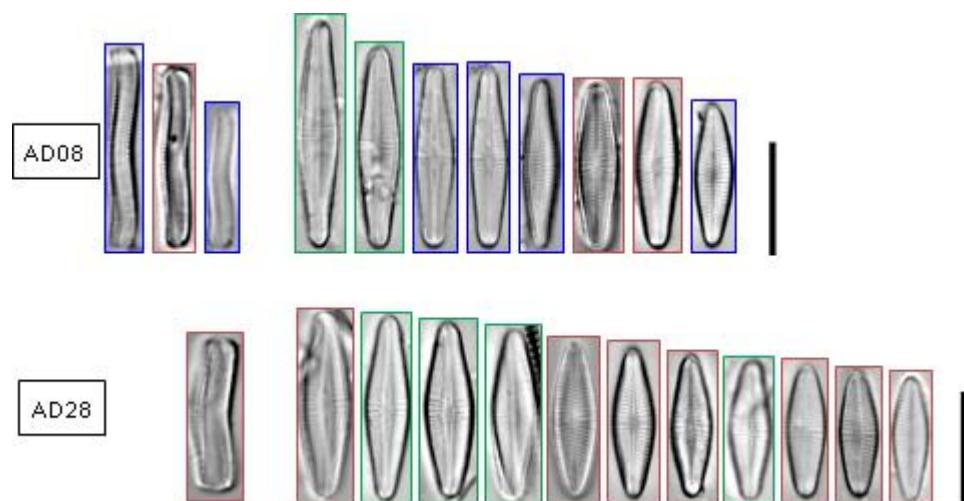
Figure 3 : Diversité spécifique moyenne (point rouge) et équitabilité moyenne (point vert), minimales et maximales (barre d'écart à la moyenne). Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU

Section V.2 Particularités taxonomiques

Comme chaque année depuis la création de l'I.D.A., cette étude est aussi l'occasion d'étudier la flore diatomique de la Guadeloupe, de confronter les travaux précédemment réalisés voire de corriger certaines erreurs d'identification.

Achnanthidium sp28 (AD28) (Figure 4)

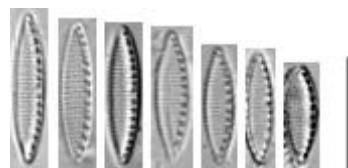
Ce taxon, identifié pour la première fois en 2018, présent dans 11 stations des RCS, RCO et RC en 2019 et 9 stations en 2020, n'a été inventorié que dans 2 stations cette année. Il y apparaît en mélange avec un taxon indiciel de morphologie très proche en vue valvaire qu'en vue connective : *Achnanthidium* sp8 (AD08). La diagnose différentielle entre ces 2 taxons apparaît délicate et nécessite souvent le recours aux photographies.



**Figure 4 : *Achnanthidium* sp8 (AD08) et *Achnanthidium* sp28 (AD28) – Bras David Amont_Maison de la Forêt (en bleu), Grande Rivière à Goyaves Aval_Amont SIS (en rouge), Rivière du Premier Bras_Amont Séverin (en vert)
© ECO in'EAU**

Nitzschia sp. (NZSS) (Figure 5)

Ce taxon du genre *Nitzschia*, morphologiquement proche de *N. frustulum* a été inventorié en abondance (199 valves) dans la Rivière Nogent Aval (Pont RN). Il a également été identifié pour la première fois cette année dans la station Pont RD33 du RCO.



**Figure 5 : *Nitzschia* sp. - Rivière Nogent Aval (Pont RN)
© ECO in'EAU**

Rappelons que lorsque de tels taxons sont abondants sur une station, ils ne participent pas au calcul et réduisent donc l'assise sur laquelle l'indice est calculé, ce qui se manifeste par une baisse de la fiabilité de l'indice.

Section V.3 Indice Diatomique Antillais (I.D.A.)

Les inventaires diatomiques ont permis de calculer une note indicelle pour chaque station. Ces notes permettent ensuite d'attribuer chaque station à une classe d'état écologique grâce à la grille d'interprétation définie pour l'I.D.A. et son code couleur associé.

Pour rappel :

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

Parmi les stations des RCS, RCO et RC, 13 sont en très bon état écologique et 6 en bon état et 1 en état moyen (Tableau 3 et Figure 6).

Rappelons que l'indice a été conçu sur la base de données physico-chimiques qui reflètent les contaminations anthropiques domestiques. Les résultats obtenus ne peuvent donc pas révéler de pollutions toxiques.

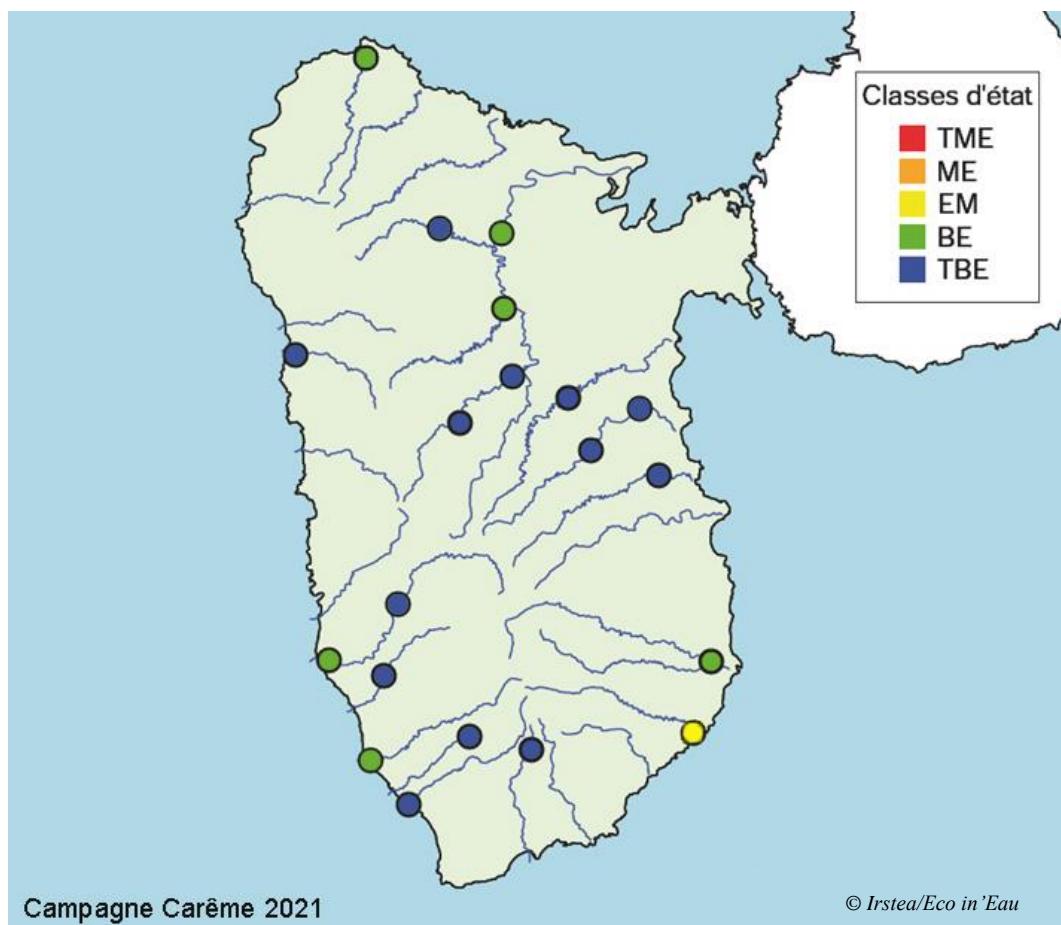


Figure 6 : Carte de qualité de l'état écologique du réseau RCS, RCO et RC DCE Guadeloupe en 2021
Source des données : HYDRECO/ ECO in'EAU

Tableau 3 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2021
Source des données - HYDRECO/ECO in'EAU/Office de l'eau de la Guadeloupe

Code interne	Cours d'eau	Station	Code Sandre	Réseau	HER	Nb de taxons indicuels	Note I.D.A.	Classe d'état écologique
CAAg16	Grande Rivière de Capesterre Aval	Pont RN	07008015	RCS	Volcan	35	18,2	BE
GCPg16	Rivière du Grand Carbet	Pont RN	07009010	RCS/RCO	Volcan	24	17,4	EM
BDIg16	Rivière Bras David Aval	Site INRA	07012120	RCS/RCO	Volcan	23	18,9	BE
BDMg16	Rivière Bras David Amont	Maison de la forêt	07012220	RCS/RCO	Volcan	21	20	TBE
GAPg16	Rivière du Galion	Pont embouchure	07016001	RCS/RCO	Volcan	29	19,7	TBE
GAMg16	Rivière Grande Anse Amont	Moscou	07017650	RCS/RCO	Volcan	18	20	TBE
GGAg16	Grande Rivière à Goyaves Aval	Amont SIS	07021016	RCS/RCO	Volcan	30	18,4	BE
GPAg16	Rivière Grande Plaine Aval	Pont RN	07022008	RCS/RCO	Volcan	14	19,4	TBE
HECg16	Rivière Aux Herbes	Choisy	07023495	RCS	Volcan	39	19,2	TBE
LEDg16	Rivière La Lézarde Aval	Section Diane	07026037	RCS/RCO	Volcan	24	19,7	TBE
MPPg16	Rivière Moustique Petit-Bourg Aval	Pont RN	07028015	RCS/RCO/RC	Volcan	26	20	TBE
MPTg16	Rivière Moustique Petit-Bourg Amont	Trianon	07028110	RCS	Volcan	28	19,7	TBE
PEEg16	Rivière des Pères	Pont RN	07032002	RCS/RCO/RC	Volcan	33	18,2	BE
VHEg16	Grande Rivière de Vieux-Habitants Aval	Amont embouchure	07044007	RCS/RC	Volcan	25	18,9	BE
VHGg16	Grande Rivière de Vieux-Habitants Amont	Prise d'eau	07044250	RCS	Volcan	17	19,5	TBE
PLVg16	Rivière de Plessis	Vanibel	07046295	RCS/RCO	Volcan	25	19,6	TBE
NOAg16	Rivière Nogent Aval	Pont RN	07047007	RCS/RCO	Volcan	30	18,7	BE
PBSg16	Rivière du Premier Bras	Amont Séverin	07048110	RCS	Volcan	15	20	TBE
BSCg16	Rivière Bras de Sable Aval	Ravine Chaude	07049040	RCS	Volcan	26	19,3	TBE
ROJg16	Rivière La Rose Aval	Jardins d'eau	07050012	RCS	Volcan	27	19,7	TBE

Section V.4 Représentativité et fiabilité de l'I.D.A. en 2021

Le paragraphe 1.6 page 14 du « *Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice diatomique antillais – I.D.A. Collection "Guides et protocoles" de l'AFB* »¹¹, est consacré aux restrictions d'application de la méthode et aux réserves sur la fiabilité des résultats de l'I.D.A.

Ce paragraphe, résumé ci-dessous, mentionne en particulier l'incidence de la fréquence relative de taxons indiciens dans le relevé sur le calcul de l'I.D.A. :

	Pas de message d'alerte particulier quant à la représentativité du calcul de l'I.D.A. lorsque le dénombrement de taxons indiciens est $\geq 90\%$
réduite	Fiabilité réduite du calcul de l'I.D.A. lorsque le dénombrement de taxons indiciel est $< 90\%$ mais $\geq 75\%$
non valide	Calcul de l'I.D.A. non valide lorsque le dénombrement de taxons indiciens est $< 75\%$

Le Tableau 4 ci-dessous précise l'assise indicelle sur laquelle les notes indicielles sont calculées et les codes des taxons qui ne sont pas intégrés dans le calcul de l'IDA.

Figure 7 (en p28) illustre la structuration des peuplements selon les proportions relatives de taxons indiciens (« + », « - » et « 2 - ») et non indiciens. Aucun taxon halin n'a été inventorié cette année.

Au vu des proportions de taxons contributifs au calcul de l'I.D.A., le calcul de la note indiciel doit être considéré comme non valide pour la Rivière Nogent Aval (Pont RN) et la fiabilité des notes calculées réduite pour 6 des 20 stations étudiées :

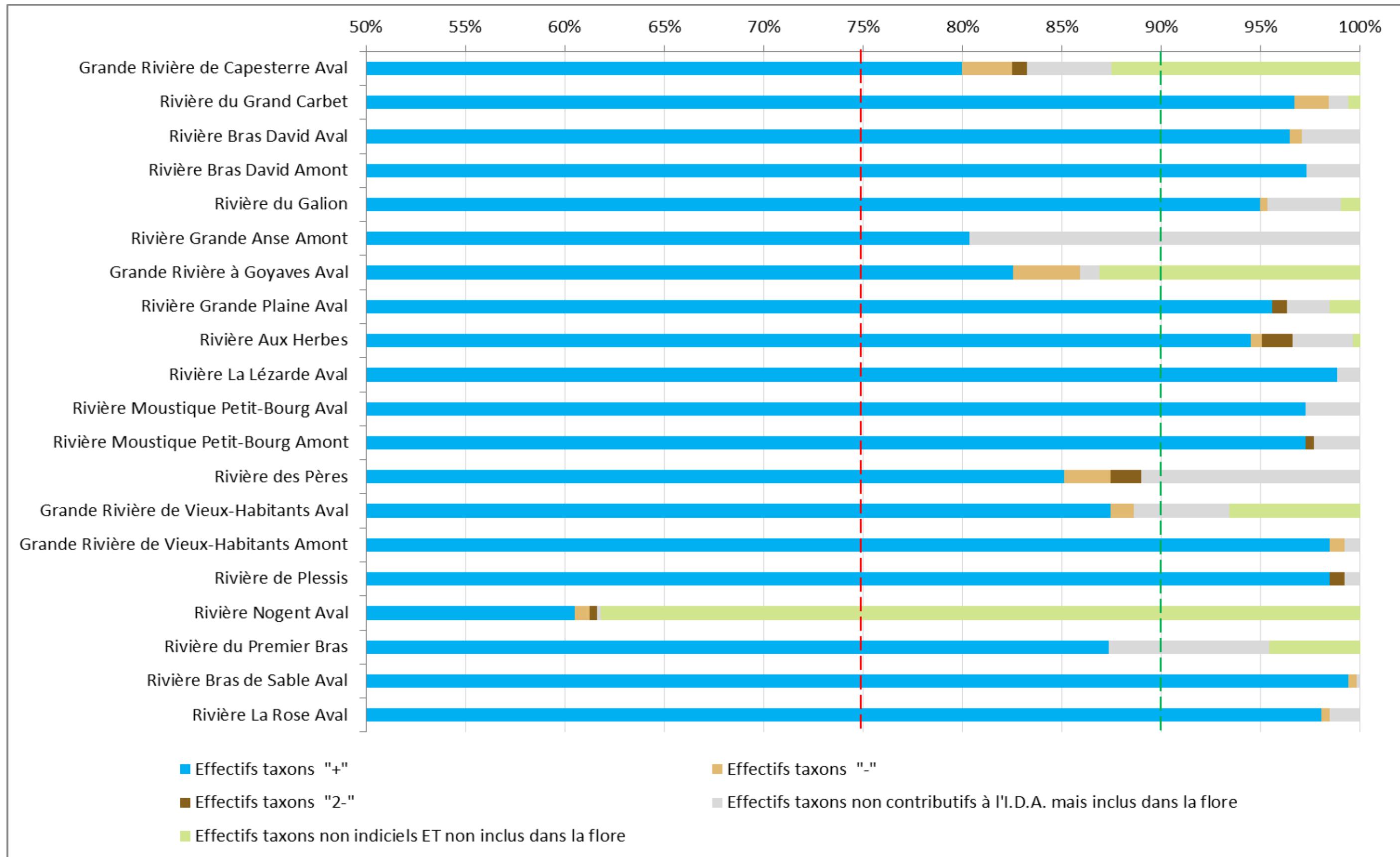
- Grande Rivière de Capesterre Aval (07008015),
- Rivière Grande Anse amont (07017650),
- Grande Rivière à Goyave Amont (07021016),
- Rivière des Pères (07032002),
- Grande Rivière de Vieux-Habitants Aval (07044007) et
- Rivière du Premier Bras (07048110).

¹¹ Lefrançois, E., Eulin, A., Guéguel, J., Coste, M., Delmas, F., Monnier, O. 2019 Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice diatomique antillais – IDA. Collection "Guides et protocoles" de l'AFB.

Tableau 4 : Abondances relatives des taxons indiciens et non indiciens dans les peuplements de diatomées benthiques des réseaux RCS, RCO et complémentaire DCE.
Codes métier des taxons non indiciens inventoriés dans chaque station. Guadeloupe en 2021 Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU

Cours d'eau	Station	Code SANDRE Station	Réseau	Date de prélèvement	Effectif total compté	Effectif taxons indiciens	Proportion taxons indiciens	Fiabilité de l'I.D.A.	Effectif taxons non indiciens	Effectifs taxons inclus dans la flore	Effectifs taxons "-"	Effectifs taxons "2-"	Taxons non indiciens
Grande Rivière de Capesterre Aval	Pont RN	07008015	RCS	16/03/2021	519	432	83%	réduite	87	65	13	4	G036, GOMS, GO19, GPPS, PMRO, DIAS
Rivière du Grand Carbet	Pont RN	07009010	RCS/RCO	13/03/2021	511	503	98%		8	3	9		AINF, AD28, NLGC, CA01, NI29, HAMP
Rivière Bras David Aval	Site INRA	07012120	RCS/RCO	23/03/2021	508	493	97%		15		3		GO49, AD28, NITZ, NZLB, TSAL
Rivière Bras David Amont	Maison de la forêt	07012220	RCS/RCO	23/03/2021	516	502	97%		14				AINF, PLF1, EO15, FVUL, CA01, HFON, RUNI, NIGE
Rivière du Galion	Pont embouchure	07016001	RCS/RCO	12/03/2021	516	492	95%		24	5	2		PTSP, EO25, EO15, LAEQ, GYOB
Rivière Grande Anse Amont	Moscou	07017650	RCS/RCO	15/03/2021	524	421	80%	réduite	103				NZSS, BPAX
Grande Rivière à Goyaves Aval	Amont SIS	07021016	RCS/RCO	19/03/2021	510	438	86%	réduite	72	67	17		GAFF, GOMS, VUCO, AD28, CA01, NZLB
Rivière Grande Plaine Aval	Pont RN	07022008	RCS/RCO	07/03/2021	518	499	96%		19	8		4	GO49, ROPE
Rivière Aux Herbes	Choisy	07023495	RCS	12/03/2021	526	508	97%		18	2	3	8	GO49, RGIB, PLBI, EO18, EOSP
Rivière La Lézarde Aval	Section Diane	07026037	RCS/RCO	23/03/2021	513	507	99%		6				G051, GO96, GO90, GO78, GO92, GO83, VUCO, ADCS, DIAS
Rivière Moustique Petit-Bourg Aval	Pont RN	07028015	RCS/RCO/RC	22/03/2021	513	499	97%		14				GO89, GO09
Rivière Moustique Petit-Bourg Amont	Trianon	07028110	RCS	22/03/2021	513	501	98%		12			2	GANG, AINF, LUSP, CA01
Rivière des Pères	Pont RN	07032002	RCS/RCO/RC	11/03/2021	517	460	89%	réduite	57		12	8	GO49
Grande Rivière de Vieux-Habitants Aval	Amont embouchure	07044007	RCS/RC	09/03/2021	518	459	89%	réduite	59	34	6		GANG, GO83, GO49, PLBI, NINT
Grande Rivière de Vieux-Habitants Amont	Prise d'eau	07044250	RCS	11/03/2021	521	517	99%		4		4		GO92, GO83, GO20
Rivière de Plessis	Vanibel	07046295	RCS/RCO	11/03/2021	520	516	99%		4			4	RUNI, NI27
Rivière Nogent Aval	Pont RN	07047007	RCS/RCO	18/03/2021	521	321	62%	non valide	200	199	4	2	AINF, NLIN
Rivière du Premier Bras	Amont Séverin	07048110	RCS	31/03/2021	545	476	87%	réduite	69	25			GO49, GTRU, AD28
Rivière Bras de Sable Aval	Ravine Chaude	07049040	RCS	21/03/2021	507	506	100%		1		2		NI61
Rivière La Rose Aval	Jardins d'eau	07050012	RCS	22/03/2021	515	507	98%		8		2		GO83, AINF, PLBI

Figure 7 : Abondances relatives des taxons indiciens et non indiciens dans les peuplements de diatomées benthiques des réseaux RCS, RCO et complémentaire DCE Guadeloupe en 2021
 Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU



Le nombre de station pour lesquelles le calcul de la note indicelle est non valide ou de fiabilité réduite varie d'une année sur l'autre. Onze stations étaient concernées en 2019, 5 en 2020 et 7 cette année. La réduction de la fiabilité de la note d'I.D.A. est due à la présence de taxons indéterminés (quelques valves difficilement attribuables à un taxon déjà inventorié aux Antilles ou présent dans la littérature), à la présence d'un taxon connu mais rarement inventoriés au cours du programme de conception de l'indice et pour lequel un profil écologique n'a pas pu être établi (e.g *Gomphonema* 49) ou encore à un taxon nouveau pour le territoire mais dont l'occurrence et l'abondance témoignent d'une distribution assez large comme *Achnanthidium* sp28.

La Figure 8 ci-dessous montre l'évolution de la proportion des taxons non indicuels dans les peuplements inventoriés depuis la fin du programme de conception de l'I.D.A. L'augmentation de leur proportion montre qu'il serait utile de retravailler l'indice pour intégrer une partie de ces taxons au calcul de l'indice ainsi qu'aux documents de références qui l'accompagnent.

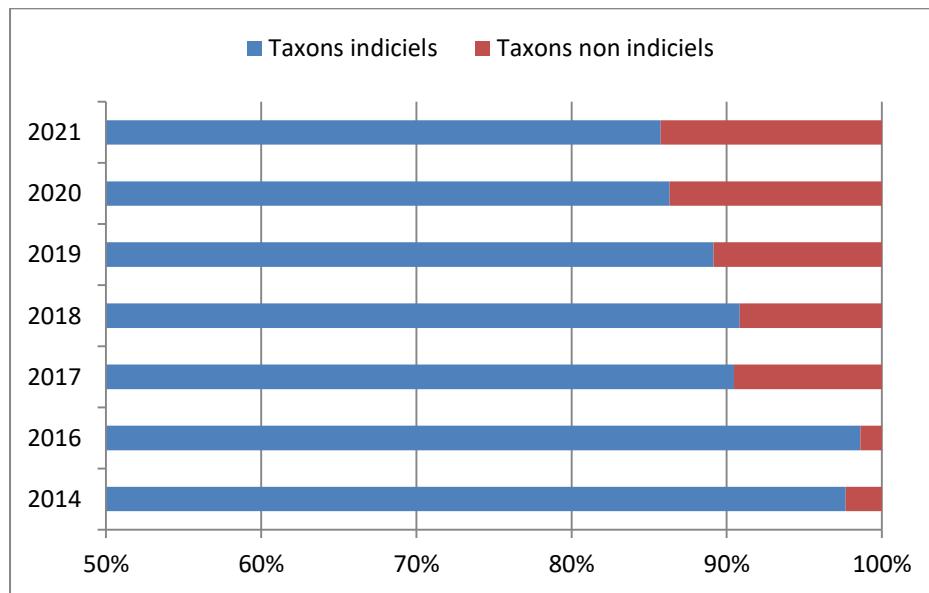


Figure 8 : Proportion de taxons indicuels et non indicuels par campagne DCE, toutes stations confondues

Section V.5 Notes d'I.P.S. et d'I.B.D. - Représentativité et fiabilité de l'I.B.D. en 2021

Bien que l'arrêté du 7 août 2016¹² préconise la mise en œuvre de l'I.D.A. sur le territoire des Antilles, les notes d'IPS et d'IBD ont été calculées à titre indicatif, et sont compilées dans le Tableau 6.

Selon la norme NF T 90-354 d'avril 2016 : « *dans le cas où le pourcentage des unités diatomiques prises en compte pour le calcul de l'IBD est inférieur ou égal à 25 %, aucune note ne peut être attribuée et l'I.B.D. est alors qualifié de « non calculable » (😢). La note IBD pourra être fournie pour des pourcentages compris entre 25 % et 50 % avec des réserves sur la valeur obtenue (😊) ».*

Selon ces critères, l'I.B.D. apparaît « calculable » pour 18 des 20 stations. Notons cependant que le seuil à partir duquel la note ne peut être calculée est nettement inférieur à celui recommandé pour l'I.D.A. La note I.B.D. peut être calculée et assortie des réserves liées à la faible proportion de valves contributives dans 3 autres stations.

En outre, rappelons que les caractéristiques hydromorphologiques des cours d'eau des Antilles entraînent un drift permanent des espèces de l'amont vers l'aval, ce qui rend tout indice basé sur les proportions de l'ensemble de la communauté totalement inappropriate.

Le calcul de l'I.B.D. et de l'I.P.S. n'apporte donc aucune information pertinente et fiable quant à l'état écologique des cours d'eau de la Guadeloupe selon l'indicateur diatomées. Il ne peut qu'être source de confusion, même à titre de comparaison par rapport aux années précédentes.

L'interprétation des valeurs des indices I.B.D fait référence à l'annexe V de la DCE selon le code couleur indiqué par le Tableau 5.

Tableau 5 : Limites de classes de qualité pour l'IBD (selon l'annexe V de la DCE)

IBD \geq 17	Qualité très bonne
17 > IBD \geq 13	Qualité bonne
13 > IBD \geq 9	Qualité moyenne
9 > IBD \geq 5	Qualité médiocre
IBD < 5	Qualité mauvaise

¹² Arrêté du 7 août 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 (annexe IV).

Tableau 6 : Notes d'I.P.S et d'I.B.D en 2021 (calculées avec le logiciel OMNIDIA v5.3), proportion de taxons pris en compte dans le calcul de l'I.B.D. et degré de fiabilité de l'I.B.D. correspondant. Réseaux RCS, RCO et complémentaires

Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU/Office de l'eau de la Guadeloupe

Code interne	Cours d'eau	Station	Code Sandre	Réseau	Date de prélèvement	IPS	IBD	Fiabilité de l'IBD
CAAg16	Grande Rivière de Capesterre Aval	Pont RN	07008015	RCS	16/03/2021	15,8	18,6	
GCPg16	Rivière du Grand Carbet	Pont RN	07009010	RCS/RCO	13/03/2021	13	16,7	
BDIg16	Rivière Bras David Aval	Site INRA	07012120	RCS/RCO	23/03/2021	15	13,6	
BDMg16	Rivière Bras David Amont	Maison de la forêt	07012220	RCS/RCO	23/03/2021	17,5	18,9	
GAPg16	Rivière du Galion	Pont embouchure	07016001	RCS/RCO	12/03/2021	16,3	16,7	
GAMg16	Rivière Grande Anse Amont	Moscou	07017650	RCS/RCO	15/03/2021	18,4	20	
GGAg16	Grande Rivière à Goyaves Aval	Amont SIS	07021016	RCS/RCO	19/03/2021	16,9	18,4	
GPAg16	Rivière Grande Plaine Aval	Pont RN	07022008	RCS/RCO	07/03/2021	15,5	20	
HECg16	Rivière Aux Herbes	Choisy	07023495	RCS	12/03/2021	12,9	12,7	
LEDg16	Rivière La Lézarde Aval	Section Diane	07026037	RCS/RCO	23/03/2021	18	18,2	
MPPg16	Rivière Moustique Petit-Bourg Aval	Pont RN	07028015	RCS/RCO/RC	22/03/2021	15,3	17	
MPTg16	Rivière Moustique Petit-Bourg Amont	Trianon	07028110	RCS	22/03/2021	16,3	17,2	
PEEg16	Rivière des Pères	Pont RN	07032002	RCS/RCO/RC	11/03/2021	15,9	17,8	
VHEg16	Grande Rivière de Vieux-Habitants Aval	Amont embouchure	07044007	RCS/RC	09/03/2021	15,4	15,6	
VHGg16	Grande Rivière de Vieux-Habitants Amont	Prise d'eau	07044250	RCS	11/03/2021	16,5	19,9	
PLVg16	Rivière de Plessis	Vanibel	07046295	RCS/RCO	11/03/2021	17,8	18,8	
NOAg16	Rivière Nogent Aval	Pont RN	07047007	RCS/RCO	18/03/2021	7,5	19,6	
PBSg16	Rivière du Premier Bras	Amont Séverin	07048110	RCS	31/03/2021	19	20	
BSCg16	Rivière Bras de Sable Aval	Ravine Chaude	07049040	RCS	21/03/2021	15,6	16,2	
ROJg16	Rivière La Rose Aval	Jardins d'eau	07050012	RCS	22/03/2021	15,3	17,6	

Section V.6 Bilan comparatif de 2009 à 2021

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 7 ci-après.

Les données des années 2009 à 2013 (Campagne 1 à 7) sont issues du rapport Final Irstea (VF du 12/03/2016) produit suite à la conception de l'I.D.A.¹³. Les valeurs d'I.D.A. et l'état écologique des stations prélevées en 2014, et de 2016 à 2018 ont été recalculés à partir des inventaires disponibles grâce au logiciel R. Les données calculées grâce à la plateforme SEEE depuis 2019 ont été intégrées.

Ces chroniques permettent de visualiser les éventuelles tendances évolutives de chaque station depuis 2009.

Trois stations, toutes situées en amont de bassin versant, apparaissent toujours en Très Bon Etat écologique depuis 2009 :

- Rivière Bras David, Maison de la forêt
- Rivière Grande Anse, Moscou
- Rivière du premier Bras, Séverin

Trois stations ont déjà été en Etat écologique Moyen selon l'I.D.A. :

- Rivière du Grand Carbet : cette station est la seule qui n'a jamais été en Très Bon Etat et son état écologique a été dégradé (Etat Moyen) en 2014, 2017 et 2021. Bien que la station soit la plupart du temps en Bon Etat écologique, l'analyse de la chronique de l'évaluation écologique indique qu'elle subit assurément des pressions anthropiques chroniques plus ou moins importantes.
- Rivière Bras David, site INRA : à l'exception de l'année 2017 où l'état écologique de la station était moyen, cette station est soit en Très Bon Etat écologique (de 2009 à 2016 puis de 2019 à 2020), soit en Bon Etat (en 2018 et 2021).
- Rivière Nogent : la Qualité écologique de cette station alterne entre Etat Moyen, Bon Etat et Très Bon Etat. Comme la Rivière du Grand Carbet, cette station subit des pressions anthropiques chroniques d'intensité variable.

Les autres stations alternent entre Très Bon Etat et Bon Etat, ce qui indique l'existence de pressions anthropiques domestiques chroniques très ponctuelles et/ou d'intensité très modérée.

Le calcul de l'I.D.A. à partir de listes floristiques antérieures à 2009 est impossible car ces listes floristiques ne prennent pas en compte le travail taxonomique qui a été effectué depuis le début du programme de recherche qui a abouti à la conception de l'I.D.A. Pour mettre en œuvre l'I.D.A. avant 2009, il conviendrait de ré-analyser les lames permanentes pour établir des listes floristiques compatibles avec l'I.D.A.

¹³ GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2015 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2014 - Production d'une version améliorée de l'Indice Diatomique Antilles (IDA-2), utilisation pour l'évaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau des Antilles. Rapport final (Version du 12/03/2015). 134 pages + annexes.

Tableau 7 : Bilan de l'état écologique des stations des réseaux RCS, RCO et complémentaire, de 2009 à 2021
 Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU/ Irstea/office de l'eau de la Guadeloupe

Code IDA	Cours d'eau	Station	Code Sandre	Réseau	HER	Classe d'état écologique														
						Hivernage 2009	Carême 2010	Hivernage 2010	Carême 2011	Hivernage 2011	Carême 2012	Carême 2013	Carême 2014	Carême 2016	Carême 2017	Carême 2018	Carême 2019	Carême 2020	Carême 2021	
CAAg	Grande Rivière de Capesterre Aval	Pont RN	07008015	RCS	Volcan	TBE	TBE	BE	TBE	BE	TBE	TBE	BE							
GCPg	Rivière du Grand Carbet	Pont RN	07009010	RCS/RCO	Volcan	BE	BE	BE	BE	BE	BE	BE	EM	BE	EM	BE	BE	BE	EM	
BDIg	Rivière Bras David Aval	Site INRA	07012120	RCS/RCO	Volcan	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	EM	BE	TBE	TBE	BE		
BDMg	Rivière Bras David Amont	Maison de la forêt	07012220	RCS/RCO	Volcan	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	
GAPg	Rivière Galion	Pont embouchure	07016001	RCS/RCO	Volcan	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	BE	TBE	TBE	BE	BE	TBE	TBE	TBE	
GAMg	Rivière Grande Anse Amont	Moscou	07017650	RCS/RCO	Volcan	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	
GGAg	Grande Rivière à Goyave Aval	Amont SIS	07021016	RCS/RCO	Volcan	BE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	BE	BE	TBE	BE	TBE	TBE	BE	
GPAg	Rivière Grande Plaine Aval	Pont RN	07022008	RCS/RCO	Volcan		TBE		TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	
HECg	Rivière aux Herbes	Choisy	07023495	RCS	Volcan	BE	BE	TBE	BE	TBE	BE	BE	BE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	
LEDg	Rivière La Lézarde Aval	Diane	07026037	RCS/RCO	Volcan	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	
MPPg	Rivière Moustique Petit-Bourg Aval	Amont pont RN1	07028015	RCS/RCO/RC	Volcan	BE	BE	BE	BE	BE			BE	TBE	BE	TBE	TBE	BE	TBE	
MPTg	Rivière Moustique Petit-Bourg Amont	Trianon	07028110	RCS	Volcan	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	BE	BE	TBE	
PEEg	Rivière des Pères	Amont embouchure	07032002	RCS/RCO/RC	Volcan	BE	TBE	BE	TBE	BE	TBE	BE	BE	TBE	BE	BE	TBE	TBE	BE	
VHEg	Grande Rivière de Vieux Habitants Aval	Amont embouchure	07044007	RCS/RC	Volcan	TBE	TBE	BE	TBE	BE	TBE	TBE	BE	TBE	BE	TBE	TBE	BE	BE	
VHGg	Grande Rivière de Vieux Habitants Amont	Prise d'eau	07044250	RCS	Volcan	TBE	TBE	BE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE	
PLVg	Rivière Plessis	Vanibel	07046295	RCS/RCO	Volcan	BE	BE	BE	BE	BE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	BE	TBE	TBE	TBE	
NOAg	Rivière Nogent Aval	Pont RN	07047007	RCS/RCO	Volcan	TBE	BE	BE	EM	TBE	BE	BE	BE	TBE	BE	EM	TBE	BE	BE	
PBSg	Rivière du Premier Bras	Amont Séverin	07048110	RCS	Volcan	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	TBE	
BSCg	Rivière Bras de Sable Aval	Ravine Chaude	07049040	RCS	Volcan	BE	BE	TBE	TBE	TBE	TBE	BE	BE	TBE	TBE	TBE	BE	BE	TBE	
ROJg	Rivière La Rose	Jardin d'Eau	07050012	RCS	Volcan	TBE	TBE	BE	TBE	BE	BE	BE	TBE	TBE	TBE	BE	BE	TBE	TBE	

Article VI. Conclusion

La campagne 2021 révèle que 13 stations des réseaux RCS, RCO et complémentaire sont en Très Bon Etat Ecologique :

- Rivière Bras David Amont
- Rivière du Galion
- Rivière Grande Anse Amont
- Rivière Grande Plaine Aval
- Rivière Aux Herbes
- Rivière La Lézarde Aval
- Rivière Moustique Petit-Bourg Aval
- Rivière Moustique Petit-Bourg Amont
- Grande Rivière de Vieux-Habitants Amont
- Rivière de Plessis
- Rivière du Premier Bras
- Rivière Bras de Sable Aval
- Rivière La Rose Aval,

6 stations sont en Bon Etat :

- Grande Rivière de Capesterre Aval
- Rivière Bras David Aval
- Grande Rivière à Goyaves Aval
- Rivière des Pères
- Grande Rivière de Vieux-Habitants Aval
- Rivière Nogent Aval

et 1 en Etat Moyen (Rivière du Grand Carbet) (Figure 9).

Ces résultats sont cohérents avec les résultats des années précédentes depuis 2009. Comme chaque année, l'I.D.A. ne déclasse que très peu ou pas de stations du RCS et aucune station n'apparaît être en État Médiocre ni en Mauvais État écologique. Cela peut être dû au fait que l'I.D.A. n'est pas assez pénalisant pour la Guadeloupe mais ce résultat peut aussi être le reflet de pressions anthropiques domestiques modérées au niveau des sites du RCS et/ou d'une capacité auto-épuratrice importante des cours d'eau de la Guadeloupe.

La fiabilité de l'I.D.A. est jugée réduite sur 6 des 20 stations étudiées du fait de l'abondance relative de taxons non indicuels comprise entre 11 et 18% du peuplement. La note indicuelle est jugée non valide dans 1 station du fait de la forte proportion (38%) de taxons non indicuels. Bien que l'abondance des taxons non indicuels soit relativement stable entre 2020 et 2021, on observe une tendance à l'augmentation de leur proportion dans les inventaires depuis 2013. Ce phénomène, commun à tous les indices biologiques, justifie la révision régulière des listes floristiques sur lesquels sont basés les calculs indicuels et la contribution des nouveaux taxons inventoriés au calcul de l'indice.

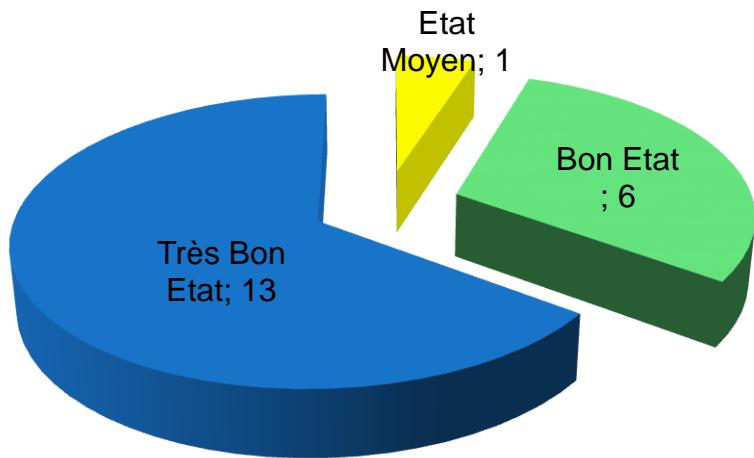


Figure 9 : Répartition des stations des Réseaux RCS, RCO et RC selon la qualité écologique indiquée par l'I.D.A. (© HYDRECO/ECO in'EAU)

Article VII. **Glossaire**

Algues : 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 regroupement 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 : Algues brunes microscopiques pourvues d'un frustule siliceux

Diatomée benthique (ou périphytique) : Diatomée se développant fixées sur des substrats immersés (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 2016, et établit une procédure de planification à cette fin (cycles de gestion de 6 ans : 2010-2016, 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.

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.

Hydroécorégion : 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'hydroécorégion. 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 accidentnelles.

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 : HYDRECO, Irstea, SIE et OIEau (www.glossaire.eaufrance.fr)

Article VIII. **Sigles & Abréviations**

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

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

HER : Hydroécorégion

I.B.D. : Indice Biologique Diatomées

I.D.A. : Indice Diatomique Antillais

ONEMA : Office National des Eaux et des Milieux Aquatiques (devenu AFB, Agence Française de la Biodiversité)

REF : Réseau de Référence

RCE : Réseau de Contrôle d'Enquête

RCO : Réseau de Contrôle Opérationnel

RCS : Réseau de contrôle de Surveillance

Article IX. **Bibliographie**

Section IX.1 Bibliographie générale

- AFNOR, 2016. Qualité de l'eau — Échantillonnage, traitement et analyse de Diatomées benthiques en cours d'eau et canaux. Norme NF T: 90-354.
- BERTOLLI L.M. 2010 Diatomacea soperifiticas em substrates natural e artificial, reservatorio do rio passauna, regiao metropolitan de Curitiba, Parana. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, UniversI.D.A.de 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'Ecole 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.
- CHANDESRIS 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 *Achnanthidium 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 *Achnanthidium 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 Phytoplankton Intercalibration Exercise.

http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/intercalibration_2/latest_committee/rivers/phyt_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): 169-205.

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 *Achnanthidium* Kütz (Achnanthales, 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* 166: 123-165.

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): 116-144.

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., MAI.D.A.NA 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.

SNOEIJS 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 161: 121-127.

TISON J., COSTE M., DELMAS F., CHANDESIRIS 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, CHANDESIRIS 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.

Section IX.2 Bibliographie spécifique : ouvrages de détermination

Süßwasserflora von Mitteleuropa :

KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 1. Naviculaceae. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Süßwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/1 (Gustav Fisher Verlag, Stuttgart - New York, 1986). 876 p.

KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Suriellaceae. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Süßwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/2 (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1988). 611 p.

KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 3. Centrales, Fragilariaeae, Eunotiaceae. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Süßwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/3 (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1991). 599 p.

KRAMMER K. and LANGE-BERTALOT H., Bacillariophyceae 4. Achanthaceae. 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*, *Navicymbella*, *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.16 (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.angustum/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 Cymbelopsis. 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 : Chrysophyées, Xanthophycées et Diatomées (N. BOUBEE & 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 (Uchi.D.A. 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.

Section IX.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'I.D.A.. 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'I.D.A.. 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'I.D.A. (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'I.D.A.. 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'I.D.A.. 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'I.D.A. (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'I.D.A.-2 (Indice Diatomique Antilles). Version finale du 11/05/2014, 48 pages.

GUEGUEN, J., EULIN, A., LEFRANCOIS, E., BOUTRY, S., ROSEBERY, J., COSTE, M. & DELMAS, F. - 2016 - Programme d'Etude et de Recherche 2009-2014 - Production d'une version améliorée de l'Indice Diatomique Antilles (IDA-2), utilisation pour l'évaluation de l'Etat Ecologique des cours d'eau des Antilles. Rapport final (Version du 12/03/2016). 134 pages + annexes.

EULIN A., LEFRANCOIS E., DELMAS F., COSTE M., GUEGUEN J. et ROSEBERY J. 2019 Flore des diatomées des Antilles françaises. 5 volumes, 805 p

LEFRANCOIS, E., EULIN, A., GUÉGUEN, J., COSTE, M., DELMAS, F., MONNIER, O. 2019 Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'indice diatomique antillais – I.D.A.. Collection "Guides et protocoles" de l'AFB.

Article X. Table des illustrations

Figure 1 : Méthode de calcul du profil des taxons indicuels.....	15
Figure 2 : Richesse spécifique moyenne (point bleu), minimale et maximale (barre d'écart à la moyenne) Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU	22
Figure 3 : Diversité spécifique moyenne (point rouge) et équitabilité moyenne (point vert), minimales et maximales (barre d'écart à la moyenne). Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU	22
Figure 4 : Achnanthidium sp8 (AD08) et Achnanthidium sp28 (AD28) – Bras David Amont_Maison de la Forêt (en bleu), Grande Rivière à Goyaves Aval_Amont SIS (en rouge), Rivière du Premier Bras_Amont Séverin (en vert).....	23
Figure 5 : Nitzschia sp. - Rivière Nogent Aval (Pont RN).....	23
Figure 6 : Carte de qualité de l'état écologique du réseau RCS, RCO et RC DCE Guadeloupe en 2021	24
Figure 7 : Abondances relatives des taxons indicuels et non indicuels dans les peuplements de diatomées benthiques des réseaux RCS, RCO et complémentaire DCE Guadeloupe en 2021.....	27
Figure 8 : Proportion de taxons indicuels et non indicuels par campagne DCE, toutes stations confondues	29
Figure 9 : Répartition des stations des Réseaux RCS, RCO et RC selon la qualité écologique indiquée par l'I.D.A. (© HYDRECO/ECO in'EAU)	34
Tableau 1 : Coordonnées géodésiques des stations des réseaux RCS, RCO et complémentaire, Guadeloupe 2021 (correspondance des codes internes avec les codes SANDRE)	18
Tableau 2 : Richesse spécifique en indice de diversité des peuplements - campagne 2021.....	20
Tableau 3 : Indice Diatomique Antillais (I.D.A.) - campagne 2021	25
Tableau 4 : Abondances relatives des taxons indicuels et non indicuels dans les peuplements de diatomées benthiques des réseaux RCS, RCO et complémentaire DCE. Codes métier des taxons non indicuels inventoriés dans chaque station. Guadeloupe en 2021 Source des données : HYDRECO/ECO in'EAU	27
Tableau 5 : Limites de classes de qualité pour l'IBD (selon l'annexe V de la DCE)	30
Tableau 6 : Notes d'I.P.S et d'I.B.D en 2021 (calculées avec le logiciel OMNIDIA v5.3), proportion de taxons pris en compte dans le calcul de l'I.B.D. et degré de fiabilité de l'I.B.D. correspondant. Réseaux RCS, RCO et complémentaires	31
Tableau 7 : Bilan de l'état écologique des stations des réseaux RCS, RCO et complémentaire, de 2009 à 2021	33

Article XI. Remerciements

**Office Français de la
Biodiversité**

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

01 45 14 36 00

www.ofb.gouv.fr

**Office de l'Eau de la
Guadeloupe**

**Immeuble Valkabois
Z.A. Valkanaërs
Route de Grande Savane
97113 GOURBEYRE**

05 90 80 99 78

www.eauquadeloupe.com

Article XII. Annexe 1 : Fiches stations

**Article XIII. Annexe 2 et 3 : Inventaires diatomiques - Campagne DCE971
2021**

Article XIV. Annexe 4_DCE971 2021-Reference Echantillons-Lames RCS-RCO-RC

Avec le soutien financier de



www.ofb.gouv.fr



www.eauguadeloupe.com



www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr