

Avec le soutien financier de



TRAITEMENT ET BANCARISATION DES DONNEES HISTORIQUES SUR LES DIATOMEES ACQUISES DANS LES COURS D'EAU DE MARTINIQUE DE 2013 A 2019

Rapport Final

**EULIN-GARRIGUE Anne (HYDRECO)
COULON Sylvain (HYDRECO)**

Janvier 2021

Document élaboré dans le cadre de :

Base de données IDA

En partenariat avec :



- **AUTEURS**

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

Sylvain COULON, Ingénieur d'études (HYDRECO), sylvain.coulon@hydrecolab.com

- **CONTRIBUTEURS**

Melissa BOCALY, Chargée de mission DCE et suivi de la qualité des milieux aquatiques (Office De l'Eau Martinique), melissa.bocaly@eaumartinique.fr

Alexandre ARQUE, Chargé de mission suivi des pressions (Office de l'Eau Martinique), alexandre.arque@eaumartinique.fr

Lucas PELUS, Chargé d'étude suivi des pollutions (Office de l'Eau Martinique), lucas.pelus@eaumartinique.fr

Jean-Luc LEFEBVRE, Chargé de mission DCE et qualité des eaux (DEAL Martinique), jean-luc.lefebvre@developpement-durable.gouv.fr

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

François DELMAS, Ingénieur de recherche (INRAE), francois.delmas@inrae.fr

Estelle LEFRANÇOIS, Chef de Projet (ECO in'EAU), estelle.lefrancois@eco-in-eau.fr

Droits d'usage : accès libre

Niveau géographique : régional

Couverture géographique : Martinique

Niveau de lecture : experts

- **TRAITEMENT ET BANCARISATION DES DONNEES HISTORIQUES SUR LES DIATOMÉES ACQUISES DANS LES COURS D'EAU DE MARTINIQUE DE 2013 A 2019, ANNE EULIN-GARRIGUE & SYLVAIN COULON**

- **SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE**

L'Indice Diatomique Antillais (IDA) est un indice de bio-indication, destiné à l'évaluation de la qualité biologique des cours d'eau des Antilles françaises à partir de la structure de la communauté des diatomées benthiques. Cet outil a été développé conjointement par ASCONIT et l'IRSTEA, dans le cadre d'un programme de Recherche-Développement initié par les Offices de l'Eau et les DEALs des Antilles et l'ONEMA, afin de doter les Antilles d'un outil DCE compatible disponible pour le 2ème plan de gestion DCE (2016-2021 ; European commission 2000, MEDDE 2015a&b).

A l'issue de ce programme, une première version encore évolutive de l'indice a été livrée. La genèse et la conception de cet indice ont été décrites dans le rapport final « 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 » du 12-03-2013 (version finale corrigée : 14-10-2013). Deux autres rapports ont été fournis à ce stade : Le Rapport Final IDA Antilles du 14-10-2013, reprenant les différentes étapes de l'étude, et le Guide Méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomique Antillais, Volume 1 et 2, documents de référence pour l'identification des taxons inventoriés aux Antilles au cours du programme R&D (Volume 1), qui incluent notamment les taxons indiciaires contribuant effectivement au calcul de l'indice (Volume 2).

Entre 2012 et 2013, deux campagnes complémentaires d'acquisition de données, ainsi que les campagnes classiques du Réseau de Contrôle de Surveillance, ont été organisées sur les deux îles. L'indice Diatomique Antillais a été complètement retravaillé sur la base de ce jeu de données complété, dans le but de livrer un outil optimisé et opérationnel dans le cadre du 2ème plan de gestion DCE. Les livrables fournis alors sont le Rapport IDA2 Final VF-12-03-2015 et le Rapport d'Expertise Final Seuils EEE Antilles 11-05-2014 (Grille Volcan corrigée).

Ces travaux ont abouti à la conception d'un Indice Diatomique Antillais (IDA) 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 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 version définitive de l'IDA a été finalisée en avril 2014 sur un jeu de 607 relevés complets couvrant les années 2009 à 2013, soit 5 années.

L'Indice Diatomique Antillais (IDA) est donc un indice très jeune par comparaison avec l'IBD métropolitain. Il souffre encore du manque de données et d'utilisation en conditions de pressions anthropiques diverses et variées.

La présente étude a pour objet le traitement des données historiques sur les diatomées acquises de 2013 à 2019 dans les cours d'eau de Martinique et leur bancarisation dans la base de données IDA afin de préparer les bases pour une nouvelle version de l'indice. Cela concerne 182 (212) relevés sur les réseaux DCE et 44 relevés réalisés dans le cadre de suivi de STEU en Martinique en 2013, 2015 et 2016.

Une nouvelle version de l'IDA bénéficiant du recul acquis, tant sur les jeux de données que sur ses résultats obtenus en diverses situations, permettrait :

- 1) d'actualiser utilement la connaissance acquise sur chaque taxon (notamment par une révision-consolidation de leurs profils de répartition),
- 2) de diagnostiquer quels taxons pourraient être rajoutés dans la liste des taxons indiciaires (données plus complètes par rapport à l'étude initiale).

Référence :

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

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

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

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

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

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

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

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.

LEFRANCOIS, E., EULIN, A., GUEGUEN, 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.

Office de l'Eau Martinique - Suivi de l'impact des rejets des stations de traitement des eaux usées sur les cours d'eau

<https://www.eaumartinique.fr/etudes-connaissances-expertises/205-suivi-de-l-impact-des-rejets-des-stations-de-traitement-des-eaux-usees-sur-les-cours-d-eau>

| | |
|--|--|
| anne.eulin-garrigue@hydrecolab.com sylvain.coulon@hydrecolab.com | http://www.hydrecolab.com http://www.hydrecolab.com |
| francois.delmas@inrae.fr estelle.lefrancois@eco-in-eau.fr | http://www.inrae.fr http://www.eco-in-eau.fr |

• SOMMAIRE

| | | |
|----------------------|---|-----------|
| Article I. | Contexte et objectif de l'étude | 6 |
| Article II. | Description des interventions..... | 6 |
| Section II.1 | Traitement et bancarisation des relevés provenant de suivis de STEU en Martinique réalisés en 2013, 2015 et 2016 | 6 |
| | (a) L'objectif..... | 6 |
| | (b) Les éléments à produire | 6 |
| Section II.2 | Bancarisation des relevés des réseaux DCE de 2014 à 2019 (2020) | 7 |
| | (a) L'objectif..... | 7 |
| | (b) Les éléments à produire | 7 |
| Section II.3 | Détermination et inventaire des diatomées | 7 |
| Article III. | Présentation générale des sites du réseau DCE..... | 8 |
| Article IV. | Présentation générale des sites de suivis STEU | 9 |
| Article V. | Difficultés et particularités | 10 |
| Section V.1 | Suivi de la STEU Rosières | 10 |
| Section V.2 | Détermination et comptage | 11 |
| Article VI. | Conclusion | 11 |
| Article VII. | Glossaire | 13 |
| Article VIII. | Sigles & Abréviations | 15 |
| Article IX. | Bibliographie..... | 16 |
| Section IX.1 | Bibliographie générale | 16 |
| Section IX.2 | Bibliographie spécifique : ouvrages de détermination | 18 |
| Section IX.3 | Bibliographie spécifique : documents produits dans le cadre des programmes de recherche & développement « Indice Diatomique Antillais » | 20 |
| Article X. | Table des illustrations | 22 |
| Article XI. | Remerciements..... | 22 |
| Article XII. | Annexe 1 : Base de données informatique..... | 23 |

Article I. Contexte et objectif de l'étude

L'évaluation de l'état écologique (EEE) des cours d'eau des Antilles Françaises, comme celle des pays de l'Europe continentale et des autres DOM, doit être réalisée en conformité avec la Directive Communautaire sur l'Eau (DCE), en mobilisant des informations sur la qualité de l'eau soutenant la biologie, ainsi que les réponses aux pressions anthropiques présentées par différents compartiments biologiques-clés.

La difficulté initiale pour la mise en œuvre de la Directive dans les DOM a tenu à des faunes et des flores très originales et encore grandement méconnues, adaptées aux substrats géologiques et aux conditions tropicales locales. Ces particularités, rendant impossible l'utilisation ou l'adaptation d'outils de bio-indication déjà mis au point et utilisés dans d'autres zones biogéographiques, ont conduit à la réalisation d'outils de bio-indication spécifiques dont l'indice Diatomique Antillais (I.D.A.).

Avec le recul temporel acquis, plusieurs aspects de l'I.D.A. sont perfectibles pour aborder au mieux les Plans de Gestion futurs et en particulier, avec l'anticipation nécessaire, le démarrage du prochain Plan de Gestion des masses d'Eau (début 2022).

Article II. Description des interventions

L'amélioration de l'I.D.A. nécessite de fournir une image représentative des conditions de milieu dans la diversité des situations naturelles et saisonnières rencontrées, comme dans la représentation complète et progressive des gradients d'impacts anthropiques présents.

Les situations de pression anthropique de modérée à moyenne étaient sous-représentées dans le premier jeu de données, induisant un déficit relatif dans la représentation de la partie médiane du gradient de pression anthropique.

Il est par ailleurs probable que les 5 années de suivis ayant abouties à la création de l'I.D.A. ne sont pas suffisantes pour intégrer toute la variabilité des situations naturelles et saisonnières.

Section II.1 *Traitement et bancarisation des relevés provenant de suivis de STEU en Martinique réalisés en 2013, 2015 et 2016*

(a) L'objectif

L'ajout des relevés de suivis de STEU devrait permettre, du moins en partie, de combler le déficit des situations de pression anthropique modérée à moyenne tout en tenant compte de la variabilité saisonnière et naturelle puisque les relevés ont été faits à différentes périodes de l'année.

(b) Les éléments à produire

- Le recomptage de 44 relevés de diatomées,
- L'intégration des inventaires à la base de données I.D.A.,
- L'intégration de la physico-chimie associée à la base de données I.D.A.,
- L'intégration des métadonnées stations à la base de données I.D.A.

Section II.2 *Bancarisation des relevés des réseaux DCE de 2014 à 2019 (2020)*

(a) L'objectif

L'ajout de ces relevés devrait également permettre de combler les déficits cités précédemment.

(b) Les éléments à produire

- L'intégration des 182 (212) inventaires à la base de données I.D.A.,
- L'intégration de la physico-chimie associée à la base de données I.D.A. (en attente de validation et intégration des données du suivi 2020),
- L'intégration des métadonnées stations à la base de données I.D.A.

A noter, que contrairement à ce qui avait été fait pour la première version de l'I.D.A., à savoir ne compiler que les données physico-chimiques ponctuelles liées au prélèvement diatomées, nous avons dans ce travail compilé toutes les données physico-chimiques disponibles pour chaque site. Ceci permettra dans le travail statistique à venir d'avoir une meilleure expertise des conditions de milieu et de leur variabilité.

Section II.3 *Détermination et inventaire des diatomées*

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

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

Les inventaires ont été réalisés avec les guides méthodologiques pour la mise en œuvre de l'Indice Diatomique Antillais (I.D.A.)¹ et la Flore des diatomées des Antilles Françaises².

¹ 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.

² EULIN A., LEFRANCOIS E., DELMAS F., COSTE M., GUEGUEN J. et ROSEBERY J. – 2019 - Flore des diatomées des Antilles françaises. 5 volumes, 805 p.

Article III. Présentation générale des sites du réseau DCE

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 l'Irstea lors de l'élaboration de l'I.D.A. ont été conservés.

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

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

BL = Rivière Blanche

A = Alma

m = Martinique

0 = campagne 0 (Carême 2009 uniquement en Martinique)

1 = campagne 1 (Hivernage 2009)

2 = campagne 2 (Carême 2010)

3 = campagne 3 (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 (Carême 2020)

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

Cette codification a été conservée pour l'ajout du suivi des réseaux DCE de 2012 à 2020.

Tous les renseignements concernant les stations, leur localisation, ainsi que les conditions de prélèvement sont consignés en annexe informatique.

Article IV. Présentation générale des sites de suivis STEU

Entre 2012 et 2017, l'Office De l'Eau de la Martinique (ODE) avec l'aide la DEAL (Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) a réalisé un suivi sur 15 Stations de Traitement des Eaux usées (STEU) en Martinique, permettant ainsi de travailler au protocole de suivi du milieu récepteur.

Les rapports concernant ces suivis sont disponibles sur le site de l'Office de l'Eau Martinique :

<https://www.eaumartinique.fr/etudes-connaissances-expertises/205-suivi-de-l-impact-des-rejets-des-stations-de-traitement-des-eaux-usees-sur-les-cours-d-eau>



Figure 1 : Localisation des 15 STEU suivis en 2013, 2015 et 2016

Les STEU Dillon et Manikou n'ont pas fait l'objet de prélèvement diatomées.

Ces installations sont situées sur tout le territoire : 8 en « Zone Volcan », 4 en « Zone plaine », et la STEU Pelletier sur la Lézarde, à la jonction des deux zones naturelles retenues pour les grilles EQRs de l'I.D.A.

Tous les renseignements concernant les sites de prélèvement et leur localisation sont consignés en annexe informatique.

Article V. Difficultés et particularités

Section V.1 Suivi de la STEU Rosières

La campagne de suivi 2013 a montré que la ravine réceptrice des effluents était lourdement impactée par le rejet (ravine presque exclusivement alimentée par les effluents de la STEU). L'Office de l'Eau Martinique a donc considéré cette ravine comme « canalisation » se jetant dans la Ravine Rosière et déplacé le suivi.

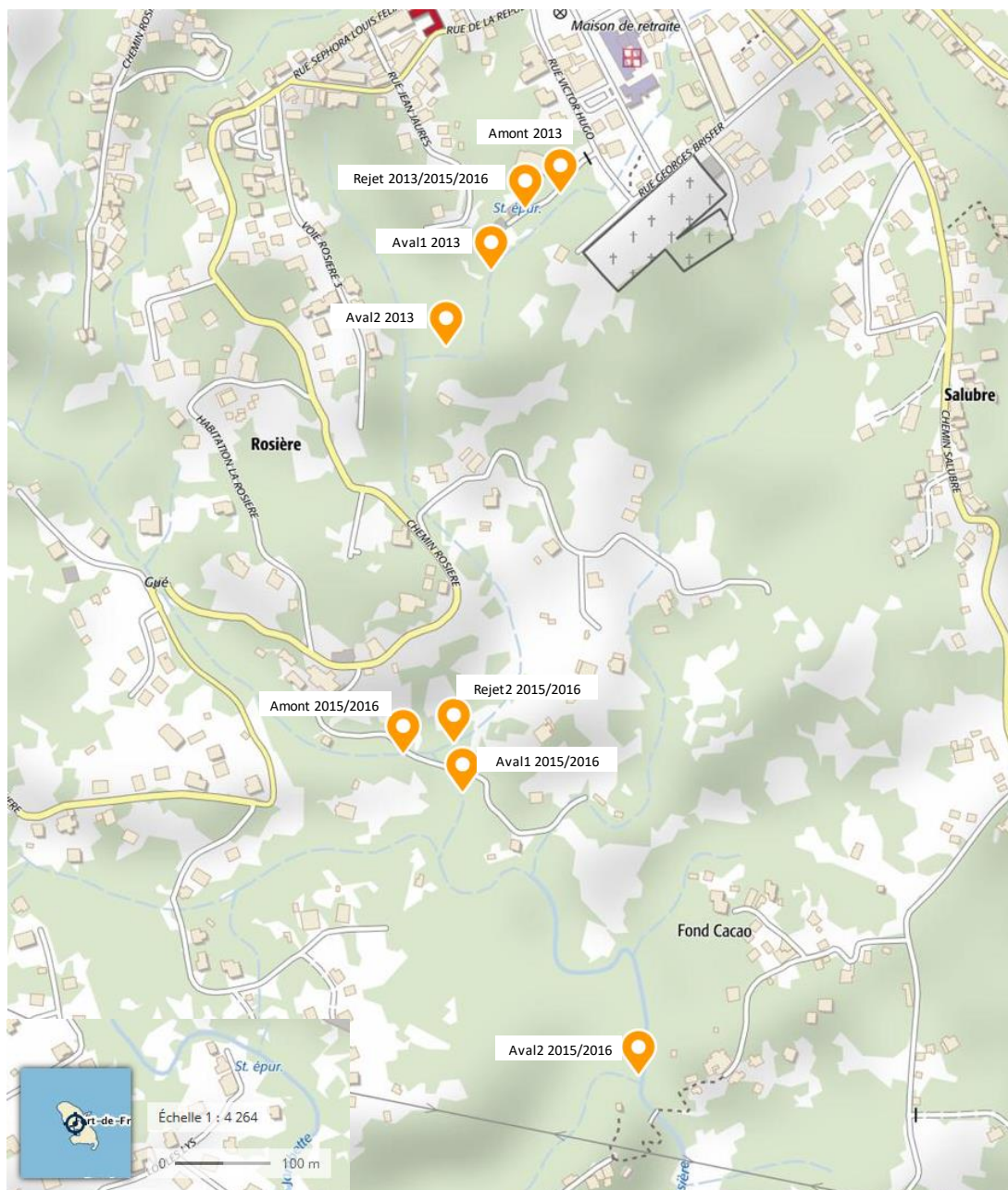


Figure 2 : Localisation des sites de prélèvement de la STEU Rosières en fonction des années

Cette particularité est expressément renseignée dans les annexes informatiques afin de bien différencier les sites et leur référencement.

Section V.2 *Détermination et comptage*

Deux problèmes majeurs se sont présentés :

- La qualité des lames STEU datant de 2013
- La présence de nombreux taxons non encore répertoriés dans la flore.

La qualité des lames datant de 2013 s'est révélée être mauvaise à très mauvaise. La résine avait subi des dommages rendant difficile l'observation des frustules, en particuliers pour les formes de petite taille (inférieure à 10µm).

Nous avons pu cependant, grâce à la prise d'un très grand nombre de photographies de travail et en identifiant sur planche à très fort grossissement, mener à bien les inventaires 2013.

Cette mauvaise qualité, combinée à la présence de nombreux taxons inconnus, rend impossible la prise de photographies de qualité, nécessaire à la description de ces nouvelles espèces pour leur intégration dans la flore.

Quoique moindre, la présence de nouveaux taxons dans les suivis STEU 2015 et 2016 n'est pas négligeable.

Tous ces nouveaux taxons ont été consignés et regroupés dans les inventaires sous leur appellation générique. Ils sont archivés sous forme de planches de travail associés aux inventaires.

Le seul moyen de décrire de façon optimale ces nouvelles espèces serait de repartir des échantillons bruts pour refaire des lames (photographies optiques) mais aussi de les observer en microscopie électronique.

Article VI. Conclusion

Le problème récurrent de fiabilité de l'I.D.A., que ce soit en Martinique ou en Guadeloupe est un phénomène commun à tous les indices biologiques. Comme l'explique François Delmas³, pour qu'une méthode biologique conserve sa pertinence et son niveau de performance à moyen-terme, il est important que les listes indicielles soient révisées périodiquement et qu'elles puissent évoluer à la marge sur la base des taxons nouvellement découverts, ou manifestant des occurrences et des effectifs nettement plus importants que sur le créneau temporel initial d'environ 5 ans sur lequel ont été sélectionnées les premières listes indicielles. Aux USA, par exemple, l'US-EPA⁴ effectue ces réactualisations périodiques tous les 5 ans sur leurs listes d'espèces nationales et sur leurs indices nationaux (dont leurs indices diatomiques). En France, depuis 2019, les indices biologiques métropolitains peuvent être corrigés chaque année grâce à des « tables de transcodage » fournies par les Groupes de Travail Experts (diatomées, macrophytes et macro-invertébrés), ce qui permet d'intégrer de nouveaux taxons.

Ce travail d'actualisation de l'I.D.A. est apparu incontournable au vu des résultats du suivi DCE de l'année 2020.

La base de données I.D.A. recense maintenant 833 (863 avec les relevés DCE 2020) sur 11 (12) années de suivis. Il serait judicieux d'intégrer toute nouvelle étude à cette base au fur et à mesure, sans attendre (cf. qualité des lames STEU 2013) afin qu'elle soit la plus complète possible au moment de la réactualisation de l'indice.

³ Ingénieur-Chercheur en hydroécologie végétale et bio-indication
Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
U.R. EABX "Environnements Aquatiques et Changements Globaux"
Equipe de Recherche ECOVEA (ECOLOGIE des VEGétaux Aquatiques et impact des stress multiples)

⁴ United States Environmental Protection Agency

Cette étude concernant la bancarisation d'anciennes données a également permis de montrer qu'il reste encore un gros travail floristique de description de nouvelles espèces à réaliser. Cela concerne tous les genres présents en Martinique mais principalement les genres *Gomphonema*, *Sellaphora* (anciennement *Eolimna*) et *Nitzschia*.

Article VII. Glossaire

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

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

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

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

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

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

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

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

Diatomée : Algue brune microscopique pourvue d'un frustule siliceux

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

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

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

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

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

aval.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Source des données : 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 : Hydroécocorégion

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 puis OFB, Office Français 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 sperifiticas em substrates natural e artificial, reservatorio do rio passauna, regio metropolitan de Curitiba, Parana. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Botânica, Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. pp229.

BLANCO S., CJUGO-FIGUEIRAS C., ALVAREZ-BLANCO I., BECARES E., HOFFMANN L. & ECTOR L. 2010. Atlas de las diatomeas de la Cuenca del Duero. Universidad de Leon - Centre de Recherche Public Gabriel Lippmann. p.49-52 et 180-191.

BOURRELLY, P. and MANGUIN, E. 1952. Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances. Centre National de la Recherche Scientifique, Société d'Édition d'Enseignement Supérieur, Paris. 281 pp.

BOUTRY, S., GASSIOLE, G., ROSEBERY, J., GIRAUDEL, J.L., PERES, F., COSTE, M., DELMAS, F. 2012. Mise au point d'un indice diatomique pour les cours d'eau de la Réunion (IDR) : Rapport final sur la démarche d'élaboration de l'indice. Rapport OLE Réunion-Asconit-Irstea, Version finale, 10-10-2012, 98 pages + annexes.

BOTTIN M. 2012. Rapport de thèse « Structure des assemblages de diatomées benthiques en rivière : l'environnement explique-t-il tout ? ». Thèse de Doctorat de l'École Doctorale « Sciences et Environnements » Spécialité « Ecologie », soutenue à l'Université Bordeaux 1, Talence (France) le 28/08/2012.

BOX, G. E. P. and D. R. COX 1964. "An Analysis of Transformations." Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological) 26(2): 211-252.

BRAAK, C. 1987. "The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis." Vegetatio 69 : 69-77.

CHANDESRES A., WASSON J-G, PELLA H. 2005. Hydro-écorégions de la Martinique. Proposition de régionalisation des écosystèmes aquatiques en vue de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau. Rapport Cemagref.

COMPERE P. ET RIAUX-GOBIN C. 2009. Diatomées de quelques biotopes marins, saumâtres et dulçaquicoles de Guinée (Afrique occidentale). Systematics and Geography of Plants 79: 33-66.

COSTE M., BOUTRY S., TISON-ROSEBERY J. and DELMAS F. 2009. Improvements of the Biological Diatom Index (BDI): Description and efficiency of the new version (BDI-2006). Ecological Indicators, 9: 621-650.

COSTE M. in CEMAGREF, 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. CEMAGREF rapport Q.E. Lyon A.F. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 218 pp (IPS Coste).

DANIELIDIS D.B. and MANN D.G. 2002. The systematics of *Seminavis* (Bacillariophyta): the lost identities of *Amphora angusta*, *A. ventricosa* and *A. macilenta*. European Journal of Phycology 37(3): 429-448.

DANIELIDIS DANIEL B. and MANN DAVID G. 2003. New species and new combinations in the genus *Seminavis* (Bacillariophyta). Diatom Research 18(1): 21–39.

DRAY, S. and DUFOUR, A.B. 2007. The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. Journal of Statistical Software. 22(4): 1-20.

DUFRENE M. and LEGENDRE P. 1997. Species assemblages and indicator species : the need for a flexible asymmetrical approach. Ecological Monographs, 67: 345-66 (Indval).

HLUBIKOVA D., ECTOR L. & HOFFMANN L. 2011. Examination of the type material of some diatom species related to *Achnantheidium minutissimum* (Kütz) Czarn. (Bacillariophyceae). Algological Studies 136/137: 19-43.

- JAHN R., KUSBER W-H & ROMERO O.E. 2009. *Cocconeis pediculus* Ehrenberg and *C. placentula* Ehrenberg var. *placentula* (Bacillariophyta) : Typification et taxonomy. *Fottea* 9(2) : 275-288.
- JARI OKSANEN, F. GUILLAUME BLANCHET, ROELAND KINDT, PIERRE LEGENDRE, PETER R. MINCHIN, R. B. O'HARA, GAVIN L. SIMPSON, PETER SOLYMOS, M. HENRY, H. STEVENS and HELENE WAGNER 2012. vegan : Community Ecology Package. R package version 2.0-3. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- J.O.C.E. 09/2000 - European Parliament and Council 2000 Water Framework Directive 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. Official Journal of the European Communities L327, 1–73.
- JÜTTNER I., CHIMONIDES J. & COX E.J. 2011. Morphology, ecology and biogeography of diatom species related to *Achnantheidium pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi (Bacillariophyceae) in streams of the Indian and Nepalese Himalaya. *Algological Studies* 136/137: 45-76.
- KELLY M.G., BENNETT C., COSTE M., DELMAS F., DENYS L., ECTOR L., FAUVILLE C., FERREOL M., GOLUB M., JARLMANN A., KAHLERT M., LUCEZ J., NI CHATAIN B., PARDO, I., PFISTER P., PINCISKA-FALTYNOWICZ J., SCHRANZ C., TISON J., VAN DAM H. & VILBASTE S. 2007. Central/Baltic GIG Phytobenthos Intercalibration Exercise. http://circa.europa.eu/Public/irc/jrc/jrc_eewai/library?l=/intercalibration_2/lastest_committee/rivers/phytobenthos/ EN 1.0 &a=d
- KELLY M. G. & WHITTON B.A. 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 7: 433–444.
- KERMARREC L. 2012. Apport des outils de la biologie moléculaire pour l'utilisation des diatomées comme bioindicateurs de la qualité des écosystèmes aquatiques lotiques et pour l'étude de leur taxonomie. Thèse de doctorat de l'Université de Grenoble.
- KOHONEN T. 1995. Self-Organizing Maps, volume 30 of Springer Series in Information Sciences. Springer, Berlin, Heidelberg. (Second Extended Edition 1997).
- KRAMMER K. 1988. The *Gibberula*-group in the genus *Rhopalodia* O. Müller (Bacillariophyceae) II. Revision of the group and new taxa. *Nova Hedwigia* 47(1-2): 159-205.
- LANGE-BERTALOT H. and KRAMMER K. 1993. Observations on *Simonsenia* and some small species of *Denticula* and *Nitzschia*. *Nova Hedwigia* 106: 121-131.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 2012. Numerical Ecology (Elsevier).
- LENOIR A. & COSTE M. 1996. Development of a practical diatom index of overall water quality applicable to the French National Water Board network. In Whitton, B. A. & E. Rott (eds), *Use of Algae for Monitoring Rivers II*. Institut für Botanik. Universität Innsbruck: 29–43 (IBD Lenoir & Coste).
- MONNIER O., LANGE-BERTALOT H., BERTRAND J. 2002. La flore des diatomées d'un aquarium d'eau douce tropicale I. Observations taxinomiques. Actes du 21ème Colloque de l'ADLaF.
- MORALES E. A. 2005. Observations of the morphology of some known and new fragilaroid diatoms (Bacillariophyceae) from rivers in the USA. *Phycological Research* 53: 113-133.
- MORALES E.A., ECTOR L., FERNANDEZ E., NOVAIS M.H., HLUBIKOVA D., HAMILTON P.B., BLANCO S., VIS M.L., KOCIOLEK J.P. 2011. The genus *Achnantheidium* Kütz (Achnanthesales, Bacillariophyceae) in Bolivian streams: a report of taxa found in recent investigations. *Algological Studies* 136/137: 89-130.
- MORALES E.A. and VIS M.L. 2007. Epilithic diatoms (bacillariophyceae) from cloud forest and alpine streams in Bolivia, South America. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 156: 123-155.
- NISBET M. et VERNEAUX J. 1970. Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classe en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Annales de Limnologie* 6(2): 161-190.
- REICHARDT E. 1997. Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema pumilum* (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 65 (1-4): 99-129.
- REICHARDT E. 2005. Die Identität von *Gomphonema entolejum* Ostrup (Bacillariophyceae) sowie Revision ähnlicher Arten mit weiter Axialarea. *Nova Hedwigia* 81(1-2): 115-144.
- ROTT E., HOFMANN G., PALL K., PFISTER P. & PIPP E. 1997. Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation. Publ. Wasserwirtschaftskataster, BMFLF: 1–73 (SI Rott).

- ROTT E., VAN DAM H., PFISTER P., PIPP E., PALL K., BINDER N. & ORTLER K. 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation, geochemische Reaktion, toxikologische und taxonomische Anmerkungen. Publ. Wasserwirtschaftskataster, BMFLF: 1–248 (TI Rott).
- SCHOEMAN F.R. & ARCHIBALD R.E.M. 1979. The Diatom Flora of Southern Africa N°5: *Navicula tenera*. CSIR Special Report WAT 50.
- SEGURA-GARCIA V., ISRADE-ALCANTARA I., MAIDANA N.I 2010. The genus *Navicula* sens stricto in the Upper Lerma Basin, México.I. Diatom Research 25(2): 367-383.
- SIVER P.A. & KLING H. 1997. Morphological observations of *Aulacoseira* using scanning electron microscopy. Can. J. Bot. 75: 1807-1835.
- SNOEIJIS P. 1992. Studies in the *Tabularia fasciculata* complex. Diatom Research 7 (2): 313-344.
- STERRENBURG F.A.S. 2001. Studies on the genera *Pleurosigma* and *Gyrosigma*. Academy of Natural Sciences of Philadelphia 151: 121-127.
- TISON J., COSTE M., DELMAS F., CHANDESRIIS A., MENGIN N. et WASSON J.G. 2005. Flores diatomiques des cours d'eau : Typologie des assemblages de référence au niveau du territoire Français. Proposition de valeurs limites du « Bon Etat » pour l'IPS et l'IBD. Rapport Cemagref.
- TISON J., PARK Y.S., COSTE M., WASSON J.G., ECTOR L., RIMET F., DELMAS F. 2005. Typology of diatom communities and the influence of hydro-ecoregions: A study on the French hydrosystem scale. Water Research 39: 3177 – 3188.
- TROBAJO R., ROVIRA L., ECTOR L., WETZEL C.E., KELLY M. and MANN D.G. 2012. Morphology and identity of some ecologically important small *Nitzschia* species. Diatom Research 27: 1-23.
- TUJI A. & WILLIAMS D.M. 2008. Typification and type examination of *Synedra familiaris* Kütz. and related taxa. Diatom 24: 25-29.
- UEDA A., WATANABA T., AKANEYA K. and KATANO N. 2009. Diatoms in Akita Prefecture, northern part of Japan, part 1—Diatoms in strongly acidic hot springs. Diatom 25: 116-119.
- VAN DAM, H., A. MERTENS, et al. 1994. "A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands." Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28(1): 117-133.
- WARD, J. H. 1963. "Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function." Journal of the American Statistical Association 58(301): 236-244.
- WASSON J-G, CHANDESRIIS A., PELLA H. 2004. Hydro-écorégions de la Guadeloupe. Proposition de régionalisation des écosystèmes aquatiques en vue de l'application de la Directive Cadre sur l'Eau. Rapport Cemagref.
- WILLIAMS D.M. and ROUND F.E. 1987. Revision of the genus *Fragilaria*. Diatom Research, 2 (2): 267-288.
- WYDRZYCKA U., LANGE-BERTALOT H. 2001. Las diatomeas (Bacillariophyceae) acidofilas del río Agrio y sitios vinculados con 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, Surirellaceae. 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, Fragilariaceae, 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. Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. H. Ettl, G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig and D. Mollenhauer ed., Süßwasserflora von Mitteleuropa - Vol.2/4 (Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1991). 468 p.

Diatoms of Europe :

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

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

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

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

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

Iconographia Diatomologica :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Bibliotheca Diatomologica :

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

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

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

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

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

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

Autres livres ou ouvrages :

BOURRELLY P., Les algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Tome II : Les algues jaunes et brunes : Chrysophytes, 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 (Uchida Rokakuho Publishing Co. 2006)

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

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

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

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

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'IDA. Rapport final (Version du 14/10/2013). 189 pages + annexes.

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

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

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

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

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

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

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

LEFRANCOIS, E., EULIN, A., GUEGUEN, 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 X. **Table des illustrations**

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Localisation des 15 STEU suivis en 2013, 2015 et 2016 | 9 |
| Figure 2 : Localisation des sites de prélèvement de la STEU Rosières en fonction des années | 10 |

Article XI. **Remerciements**

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

Article XII. **Annexe 1 : Base de données informatique**

Avec le soutien financier de



www.afbiodiversite.fr



www.eaumartinique.fr



www.martinique.developpement-durable.gouv.fr