



HAL
open science

Diatomées épilithiques des cours d'eau pérennes de l'île de la Réunion : taxinomie - écologie

Gilles Gassiole

► **To cite this version:**

Gilles Gassiole. Diatomées épilithiques des cours d'eau pérennes de l'île de la Réunion : taxinomie - écologie. Biodiversité et Ecologie. Université de Bordeaux, 2014. Français. NNT : 2014BORD0024 . tel-01187627

HAL Id: tel-01187627

<https://theses.hal.science/tel-01187627>

Submitted on 27 Aug 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE PRÉSENTÉE
POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR DE
L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

ÉCOLE DOCTORALE : « SCIENCES ET ENVIRONNEMENTS »
SPÉCIALITÉ : Ecologie Evolutive, Fonctionnelle et des Communautés

Par Gilles, GASSIOLE

**DIATOMÉES EPILITHIQUES DES COURS D'EAU
PERENNES DE L'ILE DE LA REUNION**
Taxinomie-Ecologie

Sous la direction de : Michel, COSTE

Soutenue le 26 mars 2014

Membres du jury :

M. LE COHU, René	Professeur	Université Toulouse 3 – Paul Sabatier	Président
M. DESCY, Jean Pierre	Professeur	Université de Namur	Rapporteur
M. SABATER CORTES, Sergi	Professeur	Université de Gérone	Rapporteur
M. BOET, Philippe	DR	Irstea	Examineur
Mme PERES, Florence	Docteur	Asconit consultants	Examineur
M. COSTE, Michel	DR	Irstea	Examineur
M. DELMAS, François	IR	Irstea	Invité

Remerciements

Cette thèse s'appuie sur le travail effectué dans le cadre du programme de recherche "Conception d'indices de bio-évaluation de la qualité écologique des rivières de l'île de la Réunion à partir des diatomées". Il a été financé par l'Office de l'Eau de La Réunion, Le FEDER Réunion (par l'intermédiaire du service Instructeur, la DEAL Réunion / Service SCED - Unité Europe), le Ministère de l'environnement, l'ONEMA, Asconit consultants (apports de contreparties sur fonds propres) et Irstea-Cemagref (apports de contreparties sur fonds propres). Merci à ces bailleurs de fonds pour m'avoir permis de mener à bien ces travaux.

Je souhaite remercier ici toutes les personnes ayant participé de près ou de loin à ce travail de longue haleine.

Merci à Jean-Pierre Descy et Sergi Sabater Cortes pour avoir accepté d'être mes rapporteurs et avoir relu et commenté cette thèse. Merci à Philippe Boët, désigné par l'Ecole Doctorale, pour sa relecture qui a permis une amélioration du manuscrit.

Cette thèse a pu être réalisée grâce à Michel Coste qui a accepté d'en être le directeur. Merci pour ta gentillesse et ton soutien. Merci à Florence Pérès pour son appui et sa confiance. Merci de m'avoir toujours défendu pour mener à bien ce projet. Je tiens à remercier Asconit consultants qui, par l'intermédiaire de Serge Rochepeau, m'a permis de réaliser ce travail et a accepté par la suite que je rejoigne enfin mon île natale.

Merci beaucoup à François Delmas pour son implication dans le déroulement de cette thèse. Notamment, lors de la troisième campagne de terrain où nos diverses discussions, qui se sont prolongées par des sessions de visioconférence, m'ont permis de mieux comprendre certains aspects. Merci à René Le Cohu pour les séances de microscopie électronique et les différents échanges, en particulier lors de la rédaction d'articles. Merci à Sébastien Boutry pour les échanges lors de l'élaboration de l'IDR.

Je n'oublie pas Olivier Monnier, qui dès mon arrivée chez Asconit consultants m'a permis de me perfectionner en taxinomie et pour son appui pour les références bibliographiques. Merci beaucoup pour tes différents conseils et pour toutes nos discussions.

Mon travail de recherche sur le terrain m'a été particulièrement facilité par :

- Olivier Navarro, Lucie Maillot, Faïçal Badat de l'Office de l'Eau de La Réunion, merci pour avoir toujours été disponibles pour mes diverses interrogations et pour que le programme de recherche se déroule dans de bonnes conditions,
- Adeline Picot et Damien Picot pour avoir effectué certains prélèvements et pour m'avoir accompagné sur certains points tout au long de ces deux années et demi de terrain comme Jan Gwilherm et Sylvia Moreira lors des deux dernières campagnes.
- Le Parc national de La Réunion, par l'intermédiaire de Benoit Lequette, pour les autorisations de prélèvements.

Un grand merci à la famille Labadie, Marphise, Brice, Sacha et Tom, ainsi qu'à Loïc Lebreton pour m'avoir hébergé, supporté et soigné pendant ces campagnes de terrain. Merci à mon dalon Nicolas Villeneuve pour les divers repas et les discussions autour d'une dodo.

Merci à mes différents collègues de Perpignan pour m'avoir supporté et parfois même laissé gagner au badminton, Etienne, Guillaume et Sophie (à quand un nouveau trip à La Réunion), Amélie et Julien, Alexandre et Amélie, Sylvain et Guylaine, Roser, Bérengère, Patrick, Véronique, Anne, Fabien, Nicolas et Bérénice.

Ainsi qu'à mes nouveaux collègues de La Réunion, Mathieu, Seb, Kadafi, Mayalen, Justine, Yoann, Romain, Gilles, Rémi, JB, Gaëlle, Mathieu, Harold, Stéphanie, Marie Jo, Hélène et Françoise. Un spécial thanks à Jean Turquet et Jean Pascal Quod de m'avoir pris en stage à l'ARVAM, il y a bien longtemps, et m'avoir permis d'aborder le monde des microalgues. A Stéphanie dont je n'oublierais jamais la gentillesse et la joie de vivre.

A mes sœurs et mon frère qui ont toujours été présents.

A mes parents qui m'ont toujours soutenu jusqu'au bout.

Ma reconnaissance va tout particulièrement à Delphine et à mes filles, Gaia et Naïs, tout cela n'aurait pu être possible sans votre compréhension et votre grande patience notamment pour mes horaires et mes trop nombreuses absences.

Résumé

La Réunion est une île volcanique du Sud-Ouest de l'Océan Indien, située à 800 km à l'Est de Madagascar et appartenant à l'archipel des Mascareignes, avec Maurice et Rodrigues. Ce territoire est un département français d'outremer et par conséquent les lois européennes sur la qualité des eaux des cours d'eau s'y appliquent. La chimie de l'eau n'étant pas suffisante pour surveiller la qualité des eaux, les bio-indicateurs peuvent compléter le diagnostic. Dans cette thèse, les diatomées ont été choisies pour évaluer la qualité des eaux courantes. Les diatomées de La Réunion ne sont connues que par des articles épars avec la description de nouvelles espèces. Pendant quatre ans, six campagnes de prélèvements ont été menées sur les rivières pérennes. Ce travail a permis d'acquérir des connaissances sur la flore diatomique épilithique des cours d'eau pérennes de La Réunion et par conséquent sur la biodiversité de ces milieux. De plus, l'écologie des diatomées a été étudiée statistiquement, avec les arbres de régression multivariable (ARM), l'IndVal et ses extensions et les moyennes pondérées, ce qui a permis d'acquérir des connaissances sur l'écologie des communautés, l'autoécologie des espèces et donc sur la qualité de l'eau des rivières. Les résultats intégrés de cette thèse ainsi que les travaux réalisés dans le cadre d'une collaboration avec l'Irstea, ont abouti à une nouvelle méthode indicielle, l'Indice Diatomique Réunion ou IDR, permettant d'évaluer la qualité écologique des cours d'eau.

Mots Clés : diatomées, bio-indicateur, cours d'eau, île de la Réunion, arbre de régression multivariable, IndVal

Abstract

Epilithic diatoms of Réunion Island perennial rivers

Taxonomy–Ecology

The volcanic Réunion Island is situated in the southwest Indian Ocean, 800 km to the east of Madagascar; it belongs to the Mascarene archipelago with Mauritius and Rodrigues. This territory is a French overseas department and therefore follows EU laws rivers water quality. The water chemistry is not enough to monitor the quality of water and bioindicators can complete the diagnosis. In this thesis, diatoms have been chosen to assess the quality of the running waters. The diatoms of Réunion Island are only known through scarce articles with the description of new species. During four years, six sampling campaigns were conducted on the perennial rivers. The gain of this work is the knowledge of the epilithic diatom flora of Réunion Island perennial rivers and therefore the biodiversity of these environments. Moreover, the study of the diatom ecology by statistics, like Multivariable regression trees (MRT), IndVal and these extensions, Weighted Average (WA) allows acquire knowledge about their community ecology, their autoecology and accordingly on the quality of the river water. The results included in this thesis as well as the work done in collaboration with Irstea, led to a new index method, the Diatomic Index Réunion or IDR, to assess the ecological quality of rivers.

Keywords

Diatoms, bioindicators, rivers, Réunion Island, multivariable regression trees, IndVal

TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	3
Résumé.....	5
Abstract	7

DIATOMEES EPILITHIQUES DES COURS D'EAU PERENNES DE L'ILE DE LA REUNION

VOLUME 1

Contexte / Etat de l'art - Ecologie	15
--	-----------

Introduction	18
---------------------------	-----------

Chapitre 1 : Contexte et « état de l'art ».....	22
--	-----------

1 Cadre géographique de l'étude : La Réunion.....	25
2 Réseau hydrographique et zonation hydroécologique.....	26
2.1 Le réseau hydrographique de La Réunion.....	26
2.2 Les hydroécologies.....	27
3 Généralités sur les diatomées	28
3.1 Historique	28
3.2 Morphologie	29
3.3 Reproduction	31
3.4 Habitat	32
3.5 Les diatomées comme bio-indicateurs	33
4 Biogéographie / endémisme et bioindication.....	34

Chapitre 2 : Matériels et méthodes.....	42
--	-----------

1 Le choix des stations	43
2 Principales pressions anthropiques sur les cours d'eau échantillonnés.....	55

3	Le bilan hydrologique de la période.....	58
4	Les diatomées : du prélèvement à l'inventaire floristique	60
4.1	Les prélèvements	60
4.2	Le traitement chimique et la fabrication des lames d'observation	61
4.3	La détermination des taxons et les inventaires	62
5	Les données.....	64
5.1	Les paramètres géographiques	64
5.2	Les inventaires floristiques et planches iconographiques.....	64
5.3	Les facteurs abiotiques	64
Chapitre 3 : Etude de l'écologie des communautés		69
1	Généralités	70
2	L'endémisme des diatomées à La Réunion.....	72
3	Les communautés.....	75
3.1	L'Arbre de Régression Multivariable (ARM).....	77
3.1.1	La construction de l'arbre.....	78
3.1.2	Le choix des variables explicatives et la fabrication de l'arbre.....	79
3.1.3	La matrice réponse	83
3.1.4	Résultats de l'ARM	84
3.1.5	Les espèces discriminantes.....	96
3.2	La détermination des espèces indicatrices.....	98
3.2.1	La méthode IndVal.....	98
3.2.2	Une extension de la méthode originale IndVal (De Cáceres, 2010) – « IndVal multipattern »	102
3.3	Moyennes pondérées d'abondance (Weighted–average abundances/WA).....	110
3.4	Combspecies (De Cáceres 2012).....	120
3.5	Synthèse IDR.....	123
Conclusions et perspectives		132
Bibliographie.....		140

Annexes.....	159
Annexe 1. Listes des stations et coordonnées géographiques.....	160
Annexe 2. Liste des taxons et leurs codes.....	161
Annexe 3. Abondance relative des taxons selon les stations... ..	163
Annexe 4. Valeurs par station des paramètres abiotiques.. ..	189
Annexe 5. Espèces indicatrices selon la méthode IndVal « Multipattern » (Seuil IndVal de 0,2).....	196
Annexe 6. Combspecies : liste complète des combinaisons par groupe pour une spécificité (A) de 1	198
Annexe 7 Profils taxons IDR	208
Annexe 8 représentations cartographiques des notes IDR	214

VOLUME 2

Iconographie et autoécologie des taxons indicateurs et/ou dominants	215
Bibliographie.....	483
Index	503

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES – VOLUME 1

Figure 1. Organigramme de la démarche de la thèse.	21
Figure 2. Les méthodes de monitoring biologique (d'après Ramade 1998).	24
Figure 3. Situation géographique générale de La Réunion.	25
Figure 4. Classification des hydroécotones de La Réunion (d'après Wasson <i>et al.</i> (2004)).	27
Figure 5. Principales structures d'un <i>Achnanthes</i>	30
Figure 6. Principales structures d'une <i>Discostella</i>	30
Figure 7. Diagramme schématique des reproductions sexuée et asexuée chez les diatomées (E : épivalve, H : hypovalve).	31
Figure 8. Diagramme schématique simplifié de la disposition des différentes diatomées dans le biofilm. Modifié d'après Kelly et Yallop – DARES – présentation.	32
Figure 9. Répartition mondiale des principales méthodes de biomonitoring utilisant les diatomées.	40
Figure 10. Schéma explicatif des codes des relevés.	43
Figure 11. Carte de localisation des stations et délimitation des hydroécotones.	44
Figure 12. Détails des stations prélevées de l'hydroécotone Versants Sud-Ouest secs.	45
Figure 13. Détails des stations prélevées de l'hydroécotone Cirques Sud-Ouest sous le vent.	47
Figure 14. Détails des stations prélevées de l'hydroécotone Versants Nord intermédiaires.	48
Figure 15. Détails des stations prélevées de l'hydroécotone Cirques Sud et Est au vent.	50
Figure 16. Détails des stations prélevées de l'hydroécotone Versants au vent.	52
Figure 17. Microscope et logiciel de capture d'image et de mesures.	62
Figure 18. Structure simplifiée des communautés.	70
Figure 19. Répartition des différents taxons selon leur abondance/occurrence par rapport à l'occurrence du taxon.	71
Figure 20. Répartition des différents genres inventoriés en abondance relative (couleur bleue), en pourcentage de taxons (couleur rouge).	72
Figure 21. Synopsis des traitements statistiques appliqués dans le cadre de la thèse.	77
Figure 22. Matrice de corrélation de Kendall des paramètres retenus dans la fabrication de l'arbre. (NKJ : Azote Kjeldahl, Cl : Chlorure, Na : Sodium, TAC : Titre Alcalimétrique Complet, Ca : Calcium)	82
Figure 23. Représentation de l'arbre de régression multivariable (R^2 (en %) en rouge, seuil en bleu, n le nombre de relevés).	85
Figure 24. Boxplots des paramètres utilisés par l'ARM selon les groupes retenus.	89
Figure 25. Boxplots des paramètres non utilisés par l'ARM (ou ne faisant pas partie de la matrice de départ) selon les groupes retenus.	90
Figure 26. Synthèse des valeurs des paramètres abiotiques selon les groupes finaux de l'ARM.	91
Figure 27. Représentation géographique des différents relevés selon leur appartenance aux groupes finaux et selon les campagnes.	95
Figure 28. Les espèces discriminantes et leurs répartitions dans l'ARM.	96
Figure 29. Les espèces indicatrices (IndVal le plus élevé) de chaque groupe et leurs répartitions selon l'altitude. Entre parenthèses est indiqué le numéro du groupe auquel appartient le taxon (code).	100
Figure 30. Les espèces indicatrices (IndVal le plus élevé) de chaque groupe et leurs répartitions selon la concentration en Calcium. Entre parenthèses est indiqué le numéro du groupe auquel appartient le taxon (code).	101
Figure 31. Organigramme des analyses statistiques menées pour l'élaboration de l'IDR (Boutry <i>et al.</i> 2012).	124

Figure 32. Création des classes d'anthropisation (Boutry <i>et al.</i> 2013). Domaine de référence = percentile 75 des relevés de référence (Classe 5 : TBE). Division du reste du gradient en 4 classes d'altération équivalents (4 : BE ; 1 : TM)	129
Figure 33. Grilles de classement de qualité des sites calée sur les deux grilles d'EQRs (Boutry <i>et al.</i> 2013).....	129

FIGURES – VOLUME 2

Figure 1. Localisation des différentes stations et correspondance avec les codes station.....	218
---	-----

TABLEAUX

Tableau 1. Géolocalisation des stations prélevées et dates de prélèvement.	53
Tableau 2 : pressions existantes sur les différentes masses d'eau de La Réunion. Entre parenthèses sont indiqués les codes des stations pouvant subir un impact dû à une pression.	57
Tableau 3. Débits pour certaines rivières de La Réunion (l/s).	58
Tableau 4. Pourcentage de nouveaux taxons de l'inventaire apparaissant de 100 en 100 au cours du comptage (sur le jeu de tous les relevés de la deuxième campagne et de la troisième campagne).	63
Tableau 5. Classement des taxons inventoriés selon leur « endémicité » et suivant leur abondance relative maximale et occurrence.	74
Tableau 6. Résultats obtenus selon la matrice des variables explicatives retenues.	80
Tableau 7. Erreurs obtenues selon la matrice réponse utilisée et la transformation appliquée aux données.	83
Tableau 8. Appartenance des stations aux différents groupes de l'ARM.	86
Tableau 9. Contribution des espèces discriminantes.	97
Tableau 10. Les espèces indicatrices (méthode IndVal) des 11 groupes finaux retenus par l'ARM. ...	99
Tableau 11. Les espèces indicatrices selon la méthode « IndVal multipattern ». (les lignes grisées indiquent les changements de combinaisons de regroupement).....	103
Tableau 12. Les espèces indicatrices selon la méthode « IndVal multipattern » (suite).	104
Tableau 13. Les espèces indicatrices selon la méthode « IndVal multipattern » (suite).	105
Tableau 14. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs.	111
Tableau 15. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite).....	112
Tableau 16. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite).....	113
Tableau 17. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite).....	114
Tableau 18. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite).....	115
Tableau 19. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite).....	116
Tableau 20. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite).....	117
Tableau 21. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite).....	118
Tableau 22. Nombres de combinaisons d'espèces et exemples de combinaisons.....	121
Tableau 23. Prédiction de l'appartenance à un groupe de l'ARM selon une combinaison d'espèces.	122
Tableau 24. Les 8 biotypes diatomiques de La Réunion (Boutry <i>et al.</i> 2012).....	125

VOLUME 1

DIATOMEES EPILITHIQUES DES COURS D'EAU PERENNES DE L'ILE DE LA REUNION

Contexte / Etat de l'art - Ecologie

Introduction



L'eau est une substance indispensable à la pérennité de tous les êtres vivants. Les milieux aquatiques naturels doivent donc être préservés pour la sauvegarde de la biodiversité naturelle et pour permettre leur fonctionnement écologique normal. De plus, l'eau représente une ressource essentielle au développement des sociétés humaines. Ainsi, ses usages peuvent être séparés en trois groupes, un usage domestique (consommation, hygiène et santé), un usage agricole (irrigation et consommation) et un usage industriel (process, consommation et production d'énergie). Du fait de ses diverses utilisations, une surveillance aussi bien au niveau quantitatif que qualitatif doit être menée. Depuis plusieurs décennies, conscients de cet état de fait, de nombreux états ont mis en place des réseaux de suivi, notamment sur les cours d'eau qui constituent une part essentielle de la ressource en eau. Les données de ces réseaux de surveillance ont permis de mettre en place des programmes pour, d'une part, estimer la qualité des eaux, et d'autre part, essayer de la maintenir ou de l'améliorer si cela s'avère nécessaire. Dans le cadre de la DCE (Directive Cadre sur l'Eau) du Parlement Européen et du Conseil, adoptée le 23 octobre 2000 et transcrite en droit français par la Loi n° 2004-338 du 21 avril 2004, des compartiments biologiques-clés pertinents prédéfinis par grand type de masse d'eau (ex : cours d'eau, plans d'eau, eaux de transition, eaux littorales...) doivent contribuer, au même titre que l'Etat Physico-Chimique (descripteurs « classiques » de physico-chimie et de chimie) et que l'Etat Chimique (substances toxiques), au diagnostic de l'Etat Ecologique et au rapportage européen de son évolution au niveau national. Le concept de bio-indicateur est utilisé pour la partie biologique ; les caractéristiques des taxons qui constituent une communauté sont utilisées pour enregistrer et intégrer dans le temps l'information environnementale et ainsi mettre en évidence une modification biotique ou abiotique du milieu. Plusieurs compartiments doivent être utilisés comme les poissons, les macro-invertébrés benthiques, les macrophytes ou encore les diatomées pour retranscrire la complexité de l'écosystème.

Concernant les diatomées, que ce soit pour les nouveaux taxons ou ceux déjà présents ailleurs, les préférences écologiques dans les conditions bioclimatiques locales n'ont jamais été abordées. Des connaissances supplémentaires pour l'évaluation de la qualité de l'eau par les diatomées à La Réunion étaient donc nécessaires afin de mettre en application la DCE dans ce département d'Outre-Mer. Suite à ce constat, un programme de recherche a été mené et a abouti à ce travail de thèse (taxinomie des diatomées de La Réunion et étude de l'écologie des communautés) et à l'élaboration de l'IDR (Indice Diatomique Réunion), nouvel indice de bio-indication élaboré en concertation avec l'IRSTEA (ex-Cemagref) et entièrement construit en mobilisant les données récoltées durant ce travail de recherche.

Les objectifs principaux de cette thèse sont :

- d'une part, d'acquérir des connaissances générales sur la flore diatomique épilithique des cours d'eau pérennes de l'île de la Réunion, ainsi que sur la biodiversité taxinomique de ces milieux,
- d'autre part, d'étudier l'écologie des communautés en associant les espèces et les cortèges d'espèces aux conditions abiotiques localement acquises ou mesurées sur les mêmes sites.

Sur un plan plus appliqué, ce travail a permis la mobilisation des connaissances acquises sur les diatomées de la Réunion pour la création d'un nouvel indice diatomique Réunionnais (l'IDR) permettant d'estimer la qualité du milieu de façon adéquate dans ce contexte biogéographique très spécifique.

Dans le Volume 1, une présentation générale des diatomées et du contexte géographique de l'île de la Réunion, ainsi que des notions sur l'endémisme et la bioindication sont abordées dans le chapitre 1. Le chapitre suivant présente les différentes méthodes et outils utilisés au cours de ce travail. L'étude de l'écologie des communautés observées est abordée dans le chapitre 3. Les taxons considérés comme indicateurs et ceux présents en abondance sont illustrés dans le Volume 2. (figure 1)

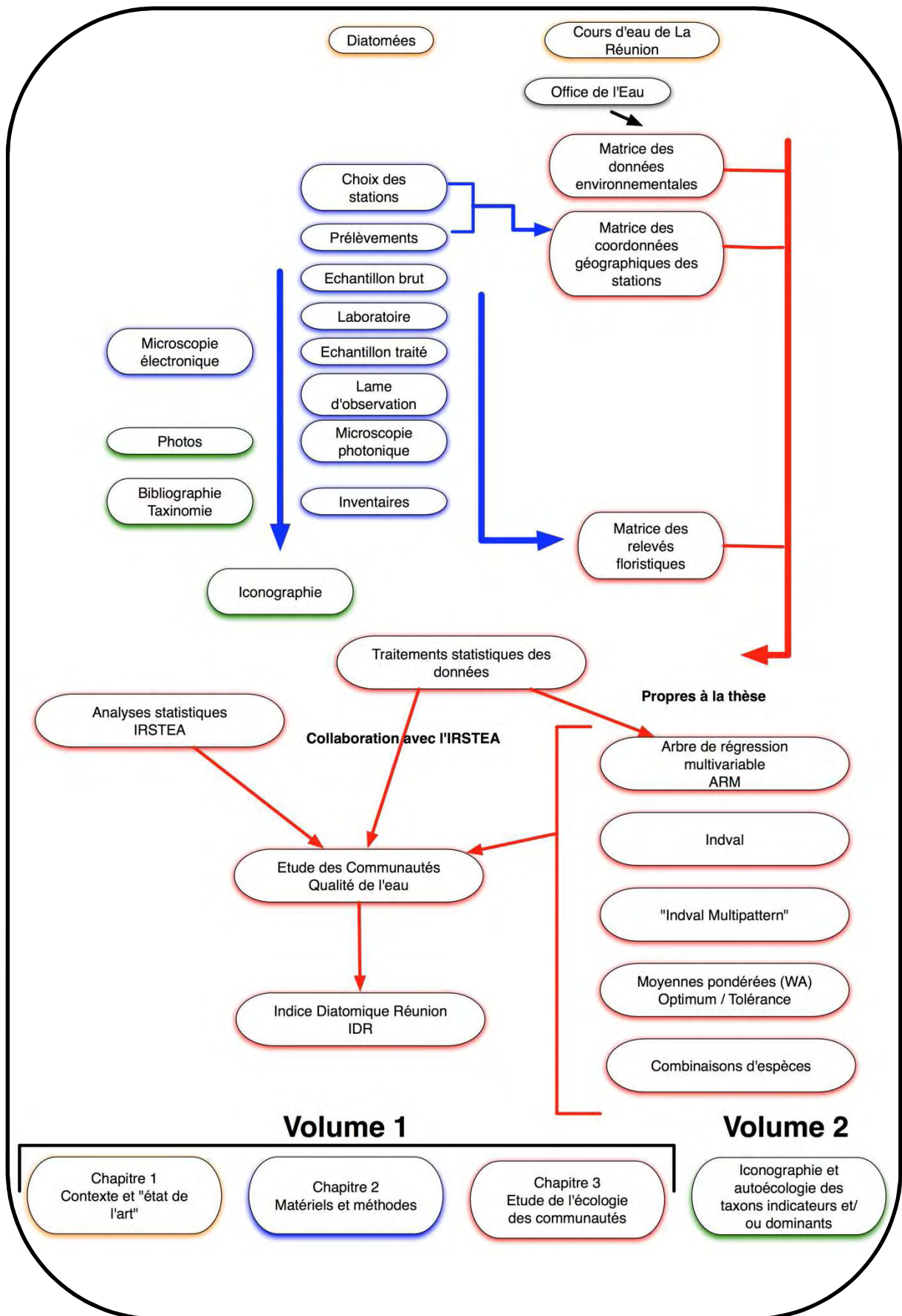


Figure 1. Organigramme de la démarche de la thèse.

Chapitre 1 : Contexte et « état de l'art »



L'eau courante est un milieu dynamique : les différents rejets peuvent être ponctuels ou diffus et les débits fluctuent selon les périodes considérées, diluant plus ou moins les contaminants présents dans l'eau. Un point donné sur un cours d'eau est toujours influencé par l'état de sa partie située en amont. Bien que les analyses chimiques renseignent sur la quantité totale de polluants connus, ils ne tiennent pas compte de la fraction biodisponible (Chartier–Touze *et al.* 1998). D'autre part, ils ne donnent qu'une image instantanée de l'état de l'eau du cours d'eau, ce qui est assez réducteur et ne permet pas d'obtenir une image intégrée de la pression de contamination que peuvent subir les différents organismes aquatiques. De plus, les analyses physico-chimiques détectent les polluants que l'on cherche à priori. Les molécules les plus susceptibles d'induire un effet sur la communauté sont listées, mais les effets antagonistes ou synergiques qu'elles peuvent avoir entre elles sont ignorés. L'impasse peut aussi être faite sur d'éventuels contaminants présents, mais non recherchés, pour des raisons budgétaires parfois, mais également par manque de connaissances des métabolites (cas des pesticides...).

De ce fait, afin de donner une information plus intégrative sur la qualité des milieux aquatiques, des méthodes indirectes d'évaluation par l'intermédiaire des bio-indicateurs sont utilisées. " Les bio-indicateurs sont des organismes ou des ensembles d'organismes qui, par référence à des variables biochimiques, cytologiques, physiologiques, éthologiques ou écologiques, permettent de façon pratique et sûre de caractériser l'état d'un écosystème ou d'un écosystème et de mettre en évidence aussi précocement que possible leurs modifications naturelles ou provoquées " (Blandin 1986). Le parallèle peut être fait avec la température et la pression sanguine utilisées pour la santé humaine (Walmsley 2000). L'intérêt principal des études biocénologiques est l'intégration du facteur temps, ce qui constitue une indication complémentaire aux analyses chimiques ponctuelles. « Le monitoring », sans équivalent en français, a l'avantage de regrouper en un seul mot les notions de surveillance, de continuité et d'évaluation (Ramade 1992). La figure 2 présente les différentes méthodes de monitoring biologiques.

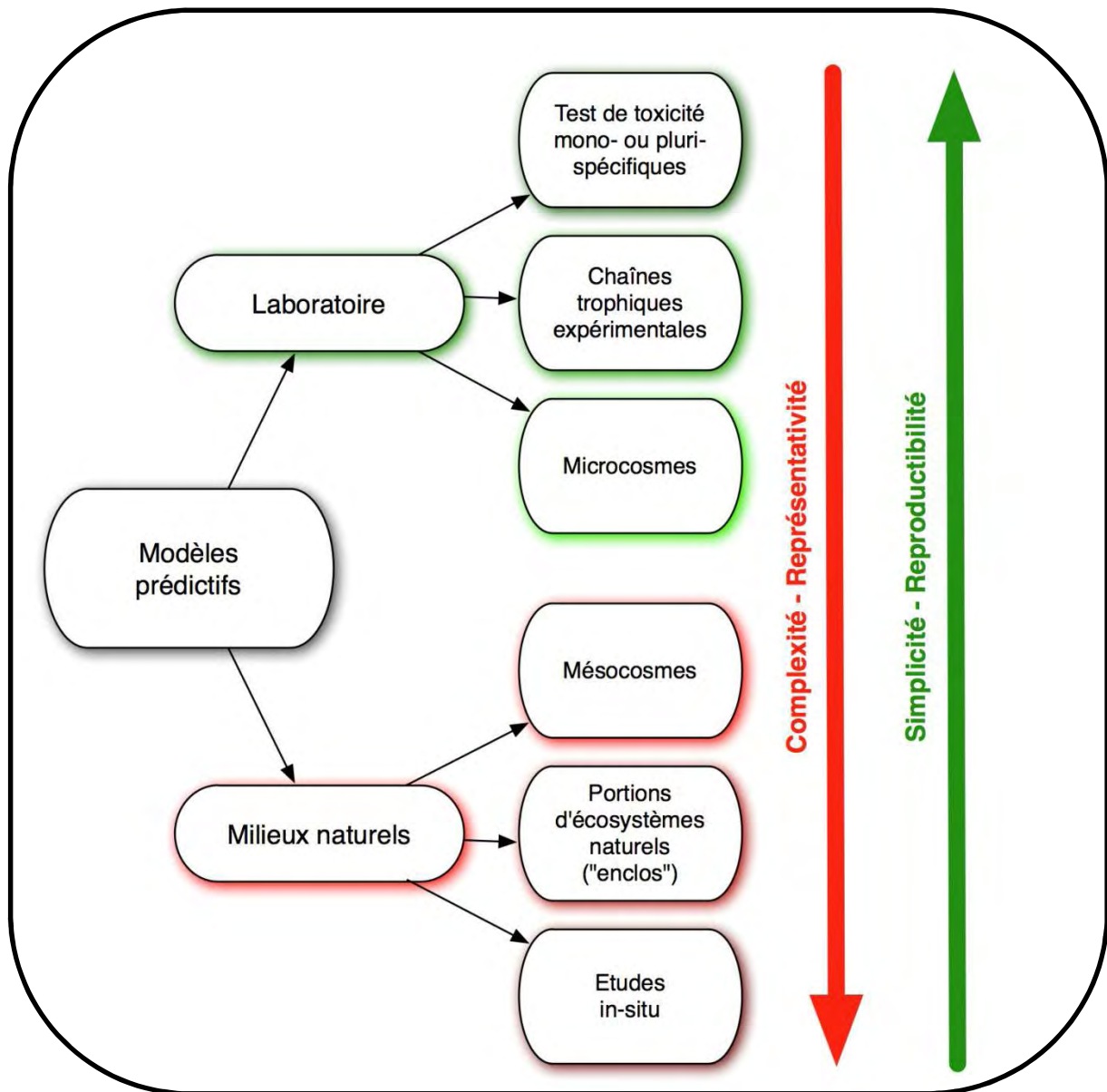


Figure 2. Les méthodes de monitoring biologique (d'après Ramade 1998).

Les diatomées sont des organismes considérés comme de très bons indicateurs des milieux lotiques car elles permettent d'illustrer les relations entre données environnementales et conditions écologiques (Pan *et al.* 1996, Oliveira *et al.* 2001). Ainsi, la composition spécifique d'un relevé change selon les caractéristiques du milieu. (Patrick 1971, Stevenson 1983, Stevenson *et al.* 1991, Hill 1996). Pour évaluer la qualité du milieu, les exigences des espèces elles-mêmes (niches écologiques, habitats, préférences vis-à-vis de différents paramètres de la qualité des eaux etc...) peuvent être utilisées, c'est le domaine de l'autoécologie. La structure des populations, quant à elle, permet de déduire les conditions environnementales d'un écosystème (Stoermer & Smol 1999), c'est le domaine de la synécologie.

1 Cadre géographique de l'étude : La Réunion

L'archipel des Mascareignes est composé de La Réunion (2512 km²), Maurice (1865 km²) et Rodrigues (104 km²). La Réunion est située par 21°10' de latitude sud et 55°40' de longitude est. Elle se situe à environ 800 km de Madagascar. La Réunion est un département français d'outre-mer du sud-ouest de l'Océan Indien (figure 3).



Figure 3. Situation géographique générale de La Réunion.

De forme ellipsoïdale, elle mesure 72 km dans l'axe orienté NW–SE et 54 km dans l'axe NE–SW. Elle émerge il y a 2,5 à 3 millions d'années. Sa formation est attribuée au fonctionnement d'un point chaud asthénosphérique, elle est donc typiquement « océanique » puisqu'elle n'a jamais été reliée à un continent. Son côté volcanique se retrouve dans les formes liées à cette activité avec de nombreuses planèzes découpées par des torrents, les remparts, les cirques et les cônes volcaniques. Deux édifices volcaniques composent l'île, le Piton des Neiges (3069 m) et le Piton de la Fournaise (2631 m), ce dernier étant encore en activité. Son positionnement en zone tropicale a pour conséquence le passage régulier de cyclones. Les alizés (vent de secteur est) sont vecteurs d'humidité et l'on retrouve une face au vent à l'est

bien arrosée et une face sous le vent à l'ouest plus sèche (effet de foehn). Les Bas et les Hauts se différencient par des seuils pluviométriques et/ou thermiques. Le relief module donc le climat selon les variations d'altitude avec une zonation de la végétation (Cadet 1977).

Le climat est de type tropical océanique humide avec l'hiver austral, de mai à novembre (frais et sec) et l'été austral de décembre à avril (chaud et pluvieux).

Par sa situation géographique, sa genèse, sa nature géologique et ses microclimats, la Réunion présente des spécificités biogéographiques très marquées.

Au 1^{er} janvier 2010, la population a été estimée à 833 000 habitants et se concentre principalement sur le littoral.

2 Réseau hydrographique et zonation hydroécologique

2.1 Le réseau hydrographique de La Réunion

Le réseau hydrographique de La Réunion est extrêmement dense (plus de 3500 km de linéaires), mais peu de cours d'eau ont un écoulement permanent. Il existe de très nombreuses ravines sèches à écoulement sporadique lié aux précipitations dues aux épisodes cycloniques en été austral ou aux perturbations polaires de l'hiver austral.

Les cours d'eau pérennes qui représentent environ 600 km de linéaires sont :

- au Nord, la rivière Saint Denis et la Rivière des Pluies,
- à l'Ouest, la Rivière des Galets et ses affluents, la Ravine Saint Gilles, les Bras de Cilaos, le Bras de La Plaine et la Rivière Saint Etienne,
- au Sud, la Rivière des Remparts et la Rivière Langevin,
- à l'Est, la Rivière des Marsouins, la Rivière des Roches, la Rivière du Mât, le Grand Bras de la Rivière Saint Jean et la Rivière Sainte Suzanne.

Compte tenu de la forte pente, l'écoulement se fait de manière torrentielle et l'eau est évacuée très rapidement vers l'océan lors des crues. Les cours d'eau sont alimentés dans l'Est par les pluies régulières et dans l'Ouest par des apports souterrains.

2.2 Les hydroécorégions

Le zonage géographique des hydroécorégions a été défini par Wasson *et al.* (2004). Le principe de base utilisé est le suivant : à partir des caractéristiques abiotiques considérées à l'échelle régionale, les déterminants primaires de fonctionnement des hydrosystèmes, composés du relief, de la géologie et du climat permettent de classer les différentes hydroécorégions. Leurs délimitations utilisent aussi l'hydrographie (structure du réseau), les bilans hydrologiques et la géomorphologie des cours d'eau (Malavoi 1998, 1999). Les résultats de la classification obtenue sont résumés en figure 9 et permettent la délimitation de 6 HERs dont les cinq premières seulement sont porteuses d'un réseau hydrographique permanent.

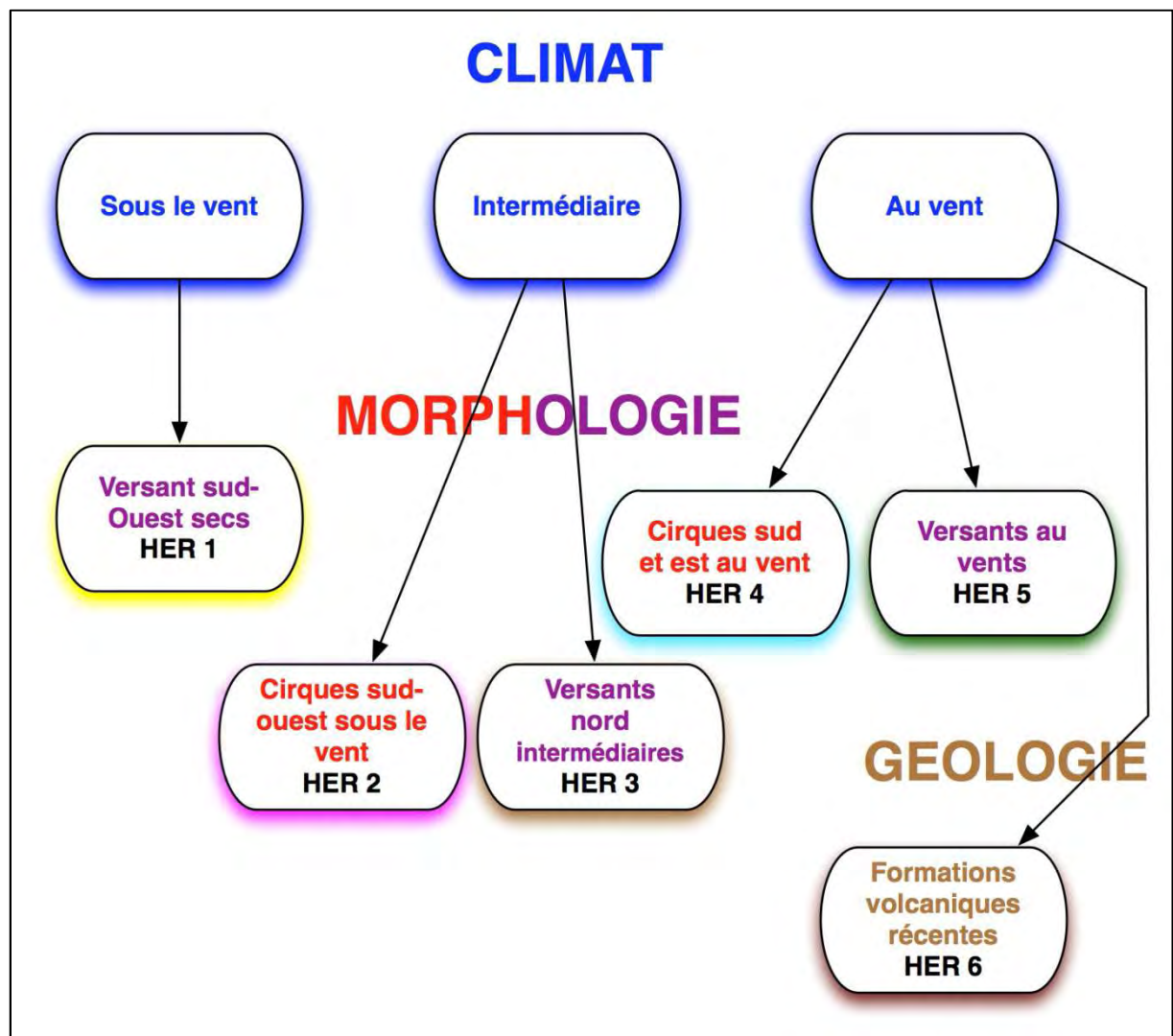


Figure 4. Classification des hydroécorégions de La Réunion (d'après Wasson *et al.* (2004)).

Les facteurs les plus discriminants pour sous-tendre la structuration en HER ont été :

- la pluviométrie avec un gradient Est-Ouest et une zonation en trois parties (Zones sous le vent, au vent et intermédiaire),
- la géomorphologie des bassins versants, avec deux types principaux ; les bassins issus des cirques du Piton des Neiges et du Piton de La Fournaise avec un écoulement convergent dans des canyons et les bassins ruisselant sur les versants des cônes volcaniques.

Les hydroécotérritoires (HER) identifiées sont les suivantes :

- HER 1 : Versants Sud-Ouest secs (ravines à écoulement non permanent excepté la Ravine Saint Gilles, qui est une résurgence),
- HER 2 : Cirques Sud-Ouest sous le vent (Mafate et Cilaos),
- HER 3 : Versants Nord intermédiaires,
- HER 4 : Cirques Sud et Est au vent (Salazie),
- HER 5 : Versants au vent,
- HER 6 : Formations volcaniques récentes (matériaux géologiques très filtrants, pas de réseau hydrographique organisé).

Pour les cours d'eau pérennes, la structure hydrographique s'organise soit avec un bassin de réception (cirque) et un couloir de transit (canyon) soit par des écoulements sur versants.

L'assise géographique des HERs est figurée en trame de fond de la carte du réseau de stations présentée en figure 11.

3 Généralités sur les diatomées

3.1 Historique

La Royal Society of London rapporte que la première diatomée a été observée et décrite par un diagramme pour la première fois en 1703 par un Anglais dont le nom reste inconnu (Round *et al.* 1990). Leeuwenhoek, Néerlandais connu pour ses améliorations du microscope optique, en a sûrement vu la même année, mais il n'était pas un aussi bon illustrateur que son contemporain. Au XIX^{ème} siècle, l'observation et la description de nombreuses diatomées sont

faites par des personnes qui restent célèbres dans le monde des diatomistes comme Bory, Erhenberg (qui les classait déjà dans les algues) et Kützing. La classification des diatomées progressa alors en même temps que l'amélioration des microscopes. Pendant longtemps, les diatomées étaient l'objet préférentiel pour tester la qualité des objectifs des microscopes.

3.2 Morphologie

Les diatomées sont des micro-organismes unicellulaires eucaryotes. Le noyau est l'organite qui a donné son nom aux eucaryotes (eu = vrai, caryos = noyau). Elles appartiennent au super groupe Chromalveolata Adl *et al.* 2005 qui regroupe notamment les Stramenophiles Patterson 1989, emend. Adl *et al.* 2005 (Adl *et al.* 2005) avec la division des Bacillariophyta Haeckel 1878. Cette division est caractérisée par des cellules végétatives dépourvues de toute trace de flagelles, entourées d'une paroi cellulaire composée d'éléments silicifiés. La cellule est composée de deux valves et de plusieurs bandes de ceintures.

La forme de la valve (linéaire, sigmoïde, lancéolée, rhombique...), le type d'extrémité (capitée, rostrée, spatulée...), la présence de raphé, la disposition des stries (parallèles, radiantes...) et bien d'autres caractéristiques morphologiques permettent de différencier les différentes espèces. Il existerait 2×10^5 espèces différentes de diatomées (Mann & Droop 1996) dans le monde, environ 15000 (en comptabilisant les synonymes) sont encodées sous Omnidia (logiciel de calcul d'indices diatomiques) (Lecointe *et al.* 1993). Quelques structures sont illustrées sur les figures suivantes (figures 5 et 6).

Bien que certaines diatomées puissent vivre en hétérotrophes, c'est à dire en utilisant les matières organiques comme source de carbone, la plupart sont des organismes autotrophes qui utilisent donc l'énergie lumineuse pour réaliser la photosynthèse. Elles font partie des producteurs primaires et se retrouvent à la base des réseaux trophiques aquatiques.

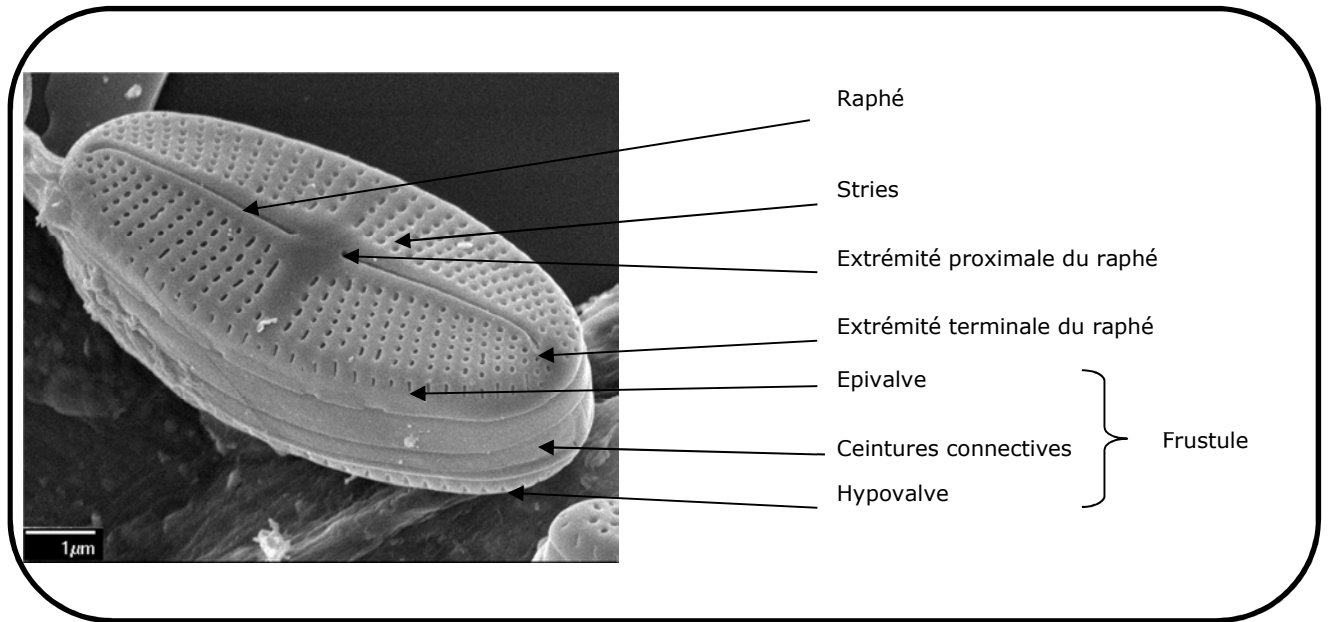


Figure 5. Principales structures d'un *Achnanthydium*.

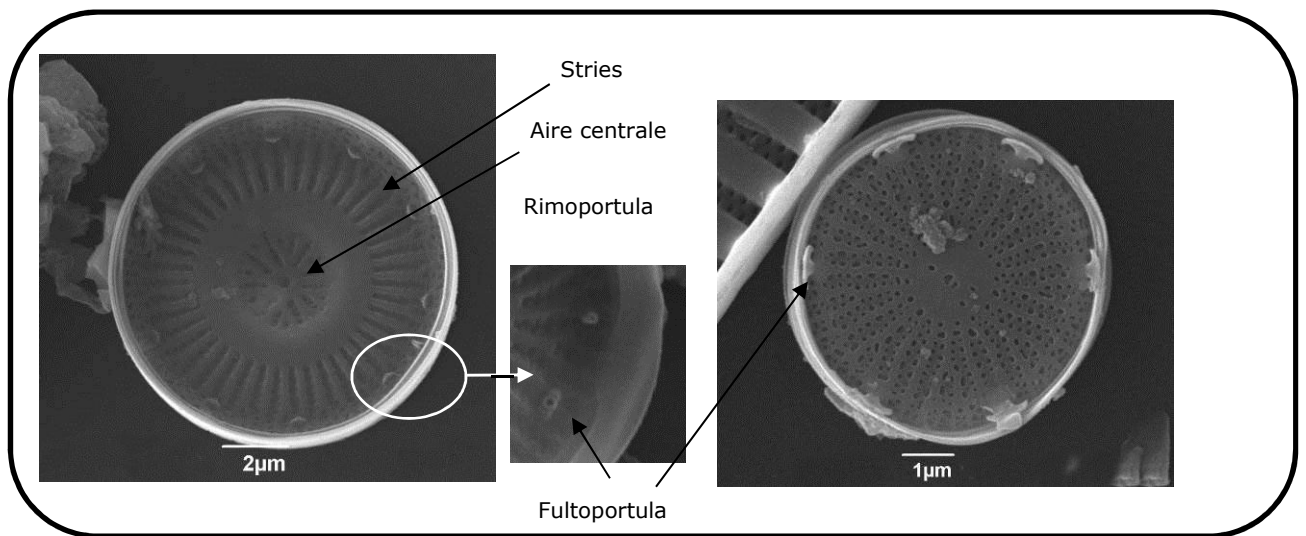


Figure 6. Principales structures d'une *Discostella*.

3.3 Reproduction

La multiplication par division (reproduction asexuée), la plus fréquente, entraîne une diminution progressive de la taille des individus. En effet, une nouvelle hypovalve est sécrétée à partir de la séparation des deux valves du frustule. Ce phénomène se répète jusqu'à ce que les dimensions du frustule atteignent un seuil minimal, à partir duquel les diatomées ont recours à une reproduction sexuée qui permet de restituer la taille initiale de l'espèce considérée. Le premier individu issu de cette reproduction sexuée constitue la cellule initiale qui présente souvent une structure légèrement différente par rapport aux cellules végétatives (figure 7).

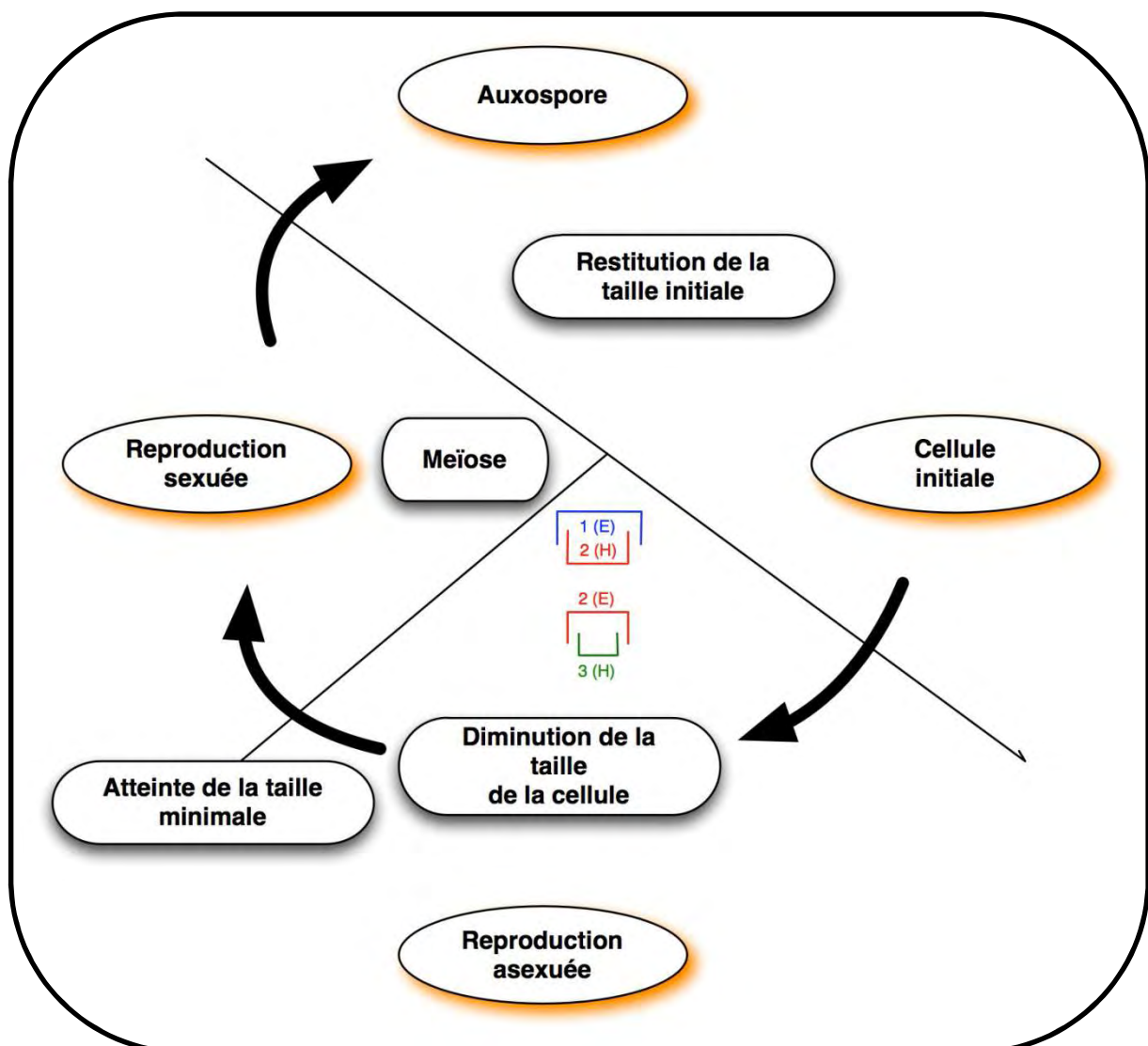


Figure 7. Diagramme schématisé des reproductions sexuée et asexuée chez les diatomées (E : épivalve, H : hypovalve).

3.4 Habitat

En rivière, le biofilm désigne la couche verte à brune, plus ou moins épaisse et glissante, qui recouvre les rochers et galets du fond du lit ainsi que les sédiments. Ce terme renvoie à la notion de micro-organismes agrégés entre eux (Othoniel 2006). Le terme de périphyton est défini comme « une communauté complexe de micro-organismes (algues, bactéries, champignons, débris organiques ou inorganiques) attachée à un substrat. Les substrats peuvent être inorganiques, organiques, vivants ou morts » (Wetzel 1983 *in* Othoniel 2006). Biofilm et périphyton peuvent être considérés comme synonymes dans le cadre de cette étude. C'est ce biofilm, contenant notamment les diatomées, qui a été prélevé pour constituer les échantillons (figure 8).

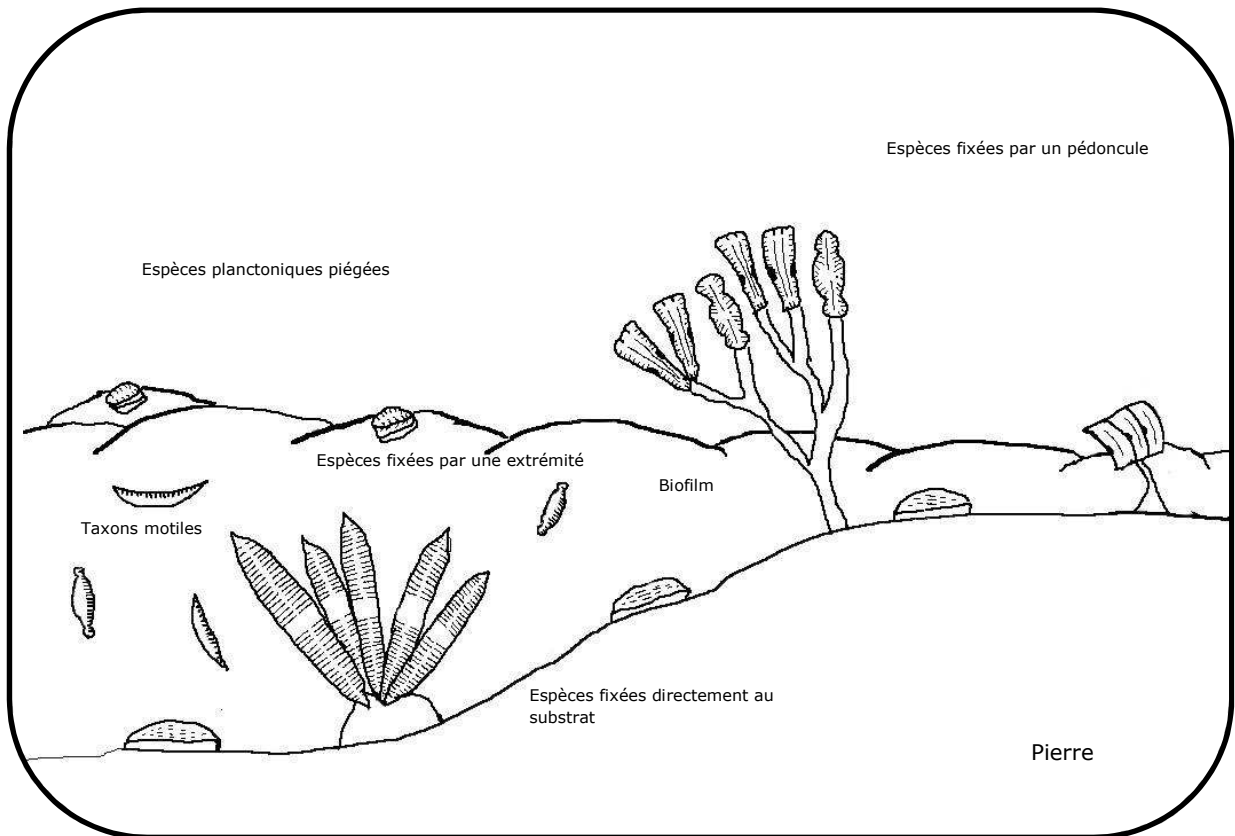


Figure 8. Diagramme schématique simplifié de la disposition des différentes diatomées dans le biofilm. Modifié d'après Kelly et Yallop – DARES – présentation.

3.5 Les diatomées comme bio-indicateurs

Par leur grande sensibilité à la composition physico-chimique des milieux, les diatomées peuvent être considérées comme de bons bio-indicateurs selon la définition de Blandin (1986).

Les principaux avantages des diatomées comme bio-indicateurs sont (Round 1993, Coste 1994) :

- une répartition importante dans toutes les rivières, présentes de l’amont vers l’aval des cours d’eau, colonisant tous les milieux même les plus pollués,
- un échantillonnage rapide et « facile »,
- un cycle cellulaire rapide et par voie de conséquence une réaction rapide aux perturbations, la durée d’intégration étant d’un à trois mois,
- une relative insensibilité à la qualité physique du milieu,
- une technique de comptage au microscope « rapide » et fidèle,
- un nombre de cellules par unité de surface de substrat énorme, ce qui rend l’évaluation des comptages aléatoires excellente,
- la possibilité de connaître les besoins écologiques des diatomées,
- la possibilité d’obtenir des enregistrements permanents pour chaque échantillon.

Les plus gros inconvénients de la surveillance faite à partir des diatomées résident dans la non-distinction des cellules mortes et vivantes lors des inventaires et la perpétuelle évolution de la taxinomie. De plus, celle-ci n’est pas forcément acceptée par les différents diatomistes. Un autre problème est le recours au microscope électronique qui devient nécessaire pour les détails non visibles au microscope optique.

4 Biogéographie / endémisme et bioindication

La biogéographie est l'étude de la distribution de la biodiversité dans l'espace et le temps. La flore terrestre de l'île de la Réunion est marquée par un taux d'endémisme élevé (Cadet 1977, Blanchard 2000). Ainsi, en 2007, le parc national de La Réunion fut créé notamment pour garantir sa conservation. En revanche, concernant les eaux continentales, l'endémisme est moins marqué, en particulier pour les poissons et les macrocrustacés (Keith *et al.* 1999; Keith 2002) avec seulement deux espèces pour les premiers, *Cotylopus acutipinnis* et *Glossogobius kokius*, et une seule pour les autres, *Macrobrachium hirtimanus*, qui a disparu. De nouvelles espèces de macroinvertébrés benthiques ont aussi été décrites à La Réunion (Balfour-Browne 1954, Couteyen & Papazian 2003, Gattolliat 2004, Guidicelli 2008). Suite aux travaux de Couté et Bourrelly (Bourrelly & Couté, 1986), des listes taxinomiques de micro-algues d'eau douce ont été établies, mais les diatomées en étaient exclues. Quelques publications ont été faites sur les diatomées marines, notamment celles inféodées au grain de sable qui constitue l'épipsammon (Riaux-Gobin & Compère 2008, 2009, Van de Vijver *et al.* 2009, Riaux-Gobin *et al.* 2010, Riaux-Gobin *et al.* 2011 a, b and c, Riaux-Gobin & Al-Handal 2012, Riaux-Gobin *et al.* 2012). A ce stade, la taxinomie des diatomées en eau douce n'a été abordée que par quelques publications éparses (Klee *et al.* 2000, Reichardt 1997, Reichardt 2001, Metzeltin *et al.* 2005, Le Cohu *et al.* 2009) et leur écologie locale n'avait jamais fait l'objet d'études approfondies.

Même si la biogéographie s'intéresse traditionnellement aux macro-organismes, les micro-organismes, dont font partie les diatomées, ont aussi fait l'objet d'études relatives à cet aspect (Martiny *et al.* 2006, Fierer 2008, Weisse 2008, Froissner 2006, Finlay 2002, Astorga *et al.* 2012, Fenchel & Finlay 2004, Logares 2006, Vyverman *et al.* 2007). Un débat existe concernant la biogéographie des micro-organismes avec deux points de vue qui s'opposent. Jusqu'à récemment, la vision la plus populaire était celle suivant l'hypothèse de Baas-Becking (1934), introduite en 1913 par le microbiologiste allemand M.W. Beijerinck : « les micro-organismes sont partout – l'environnement sélectionne ». « Les micro-organismes sont partout » implique qu'ils ont d'énormes capacités de dispersion qui effaceraient rapidement les effets des phénomènes évolutifs et écologiques du passé. « L'environnement sélectionne » signifie que les différents environnements contemporains entretiennent des assemblages microbiens distinctifs. Ce paradigme, encore soutenu (Finlay & Clarke 1999, Finlay 2002, Fenchel & Finlay 2004), est que les micro-organismes inférieurs à 1 mm sont tellement abondants et facilement dispersables, qu'une distribution cosmopolite est inévitable et ce n'est

que la tolérance aux données environnementales qui limite la distribution géographique des espèces. Néanmoins, de nombreuses recherches supportent que les micro-organismes aient aussi une répartition soumise aux contraintes similaires aux macro-organismes (Martiny *et al.* 2006, Astorga *et al.* 2011). Les micro-organismes répondraient au modèle d'endémicité modéré de Froissner (1999, 2004, 2006). Le modèle de Baas-Becking présente quelques failles (Froissner 2008, Vanormelingen *et al.* 2008, Kociolek & Spaulding 2000) :

1) L'ignorance de l'extraordinaire capacité de spéciation des protistes en raison de leurs temps de génération très courts et de la probabilité que beaucoup persistent sur des échelles de temps géologiques avec une accumulation de diversité.

2) Le problème de sous échantillonnage des habitats et/ou des régions prospectés et de sous-enregistrement dû au fait que de nombreuses espèces rares soient présentes dans les inventaires effectués. Ainsi, il est admis que de nombreuses espèces rares ne sont pas encore découvertes (Mann & Droop 1996).

3) Le cosmopolitisme est associé à leur petite taille et à leur abondance avec une capacité à se disperser élevée. Or, leur dispersion est forcément passive. En ne considérant que les processus naturels, elle peut se faire par les eaux courantes, mais cela nécessite une connectivité entre les habitats qui dépend de la distance géographique, de l'existence de couloirs et des barrières à la dispersion (ici, l'île est isolée par son environnement marin hostile pour des espèces d'eau douce) ; par le vent ou les animaux (Kristiansen 1996), mais il n'existe aucune forme particulière de forme de résistance adaptée au transport par le vent comme chez les macrophytes et le transport de petites quantités de cellules viables qui, pour les plus résistantes, ne peut se faire que sur quelques dizaines ou centaines de kilomètres.

4) Des générations de taxinomistes ont fourni de nombreuses preuves tangibles de distribution restreinte à une petite aire géographique. Cela rejoint l'idée de « flagship species^o», espèce si voyante ou si nouvelle qu'il est peu probable que ces espèces passent inaperçues si effectivement elles étaient largement distribuées.

5) La non-prise en compte de l'action de l'homme avec l'introduction d'espèces exotiques ainsi que les changements provoqués de l'environnement, qui n'ont commencé à rompre l'isolement géographique originel de l'île que depuis sa colonisation.

Plus spécifiquement en ne considérant que les diatomées, le point de vue d'une répartition cosmopolite se retrouve chez certains auteurs (Taylor 1929, Ross 1983, Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991). Finlay *et al.* (2002) avancent même que l'argument d'un

endémisme des espèces de diatomée est intenable, car il n'est pas possible de prouver leur existence ailleurs dans le monde. Néanmoins, l'existence d'endémisme des diatomées est soutenue par d'autres auteurs (Kociolek & Spaulding 2000, Vanormeligen *et al.* 2008). A part quelques exceptions, comme le genre *Coxia* (Moser 1998), endémique en Nouvelle-Calédonie, il est admis que les genres de diatomées sont cosmopolites (Fourtanier & Kociolek 2003). Au fur à mesure des travaux taxonomiques menés à travers le monde, l'idée d'un endémisme de plus grande ampleur semble tout de même s'imposer (Hustedt 1952, Lange-Bertalot & Metzeltin 1996, Moser & Lange-Bertalot 1998, Metzeltin & Lange-Bertalot 1998, Moser 1999, Metzeltin *et al.* 2005, Metzeltin *et al.* 2007, Levkov *et al.* 2007, Kulikovskiy *et al.* 2012).

Dans le cas qui nous concerne, les espèces de diatomées d'eau douce avaient, dans les temps historiques, une probabilité très réduite de pouvoir migrer d'un autre continent ou d'une autre île à la Réunion et vice-versa, les chances de réussite devenant inversement proportionnelle à la distance et aux vents dominants. En effet, le milieu d'eau douce insulaire est isolé d'autres systèmes terrestres d'eau douce par les masses d'eau salée de l'Océan Indien, qui constituent un milieu hostile dans lequel des propagules de diatomées d'écologie dulçaquicole qui y arriveraient ne peuvent pas survivre. Les échanges d'espèces ont donc dû être rares à l'échelle des temps géologiques et se faire accidentellement à l'occasion de phénomènes extrêmes (cyclones) et/ou de transports rapides d'animaux ou d'objets porteurs de diatomées sous une forme suffisamment résistante pour pouvoir rester viables. Depuis la découverte et la colonisation de la Réunion par l'homme, les occasions de transport actif indirect de micro-organismes des eaux douces se sont bien sûr accrues (multiplication des transports de biens et de personnes, commerce, circulation de végétaux aquatiques, de poissons et autres organismes aquatiques etc...). Mais malgré cela, l'isolement physique reste une réalité et est une raison objective qui renforce la probabilité de spéciation et d'endémisme, comme en témoignent des cortèges originels d'espèces trouvés uniquement à la Réunion ou dans les Mascareignes (nombreux végétaux endémiques, deux espèces maintenant disparues de Solidaire de Bourbon et de Maurice), ainsi que des exemples emblématiques et incontestables connus dans d'autres îles ou archipels suffisamment isolés (Seychelles, Galapagos, Nouvelle-Calédonie...).

Au cours du temps, des flores spécifiques à certaines régions ont été élaborées et permettent d'amoindrir l'idée d'un cosmopolitisme des différentes espèces par l'utilisation moins systématique des flores européennes (Hustedt 1927-1966, Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991), qui, d'une certaine façon, forçait la détermination des taxons par des noms

européens (Tyler 1996, Kociolek & Spaulding 2000). De plus, des études détaillées semblent montrer que les espèces communes en eau douce sont en fait des variantes régionales d'un même taxon (Kilroy 2007). Cette idée devrait se développer de plus en plus avec les nombreuses recherches en biologie moléculaire. Une étude récente (Kermarec 2013) a par exemple montré que *Gomphonema parvulum*, espèce très répandue dans les eaux Européennes et identifiée comme telle dans des relevés tropicaux (Réunion, Mayotte) présente en fait des distances génétiques entre quatre clades en harmonie avec des distances interspécifiques. Des expériences d'accouplement ainsi que d'autres souches seront tout de même nécessaires pour conclure définitivement sur le niveau taxinomique de ces différents clades.

Dans le cadre de cette thèse, le bilan suivant peut être dressé :

- 1) 14 taxons sont considérés comme endémiques dont certains, nouveaux pour la science, viennent d'être décrits ou sont en cours de description.
- 2) De nombreux taxons (177), qualifiés de potentiellement endémiques, n'ont pas pu être identifiés à ce stade au-delà du genre et d'un numéro d'espèce ou ont été notés proches morphologiquement de taxons existants.
- 3) 152 ont déjà été décrits ailleurs dans le monde.

Le grand nombre de taxons potentiellement endémiques s'explique par le fait :

- qu'ils pouvaient n'être représentés que par un faible nombre d'individus ; il est en effet essentiel de pouvoir s'appuyer sur l'observation de populations entières et pas seulement sur quelques individus afin d'avoir une idée plus précise de la variation morphologique au sein de la population et entre populations le cas échéant, et ne pas les attribuer trop vite et à tort, soit à une espèce déjà existante, soit à une nouvelle espèce. Il faudra donc accéder à des populations plus établies de ces espèces, à certains sites et à certaines dates, pour acquérir le recul suffisant sur la morphologie-type et sa variabilité ;

- que des investigations plus poussées en microscopie électronique pour observer leurs structures fines n'ont pu être menées sur certains de ces taxons pour le même type de raison. En effet, il est difficile et coûteux de repérer des taxons rares dans du matériel compte-tenu de la faible « pression d'observation » permise par ce type de préparation.

L'endémisme des diatomées a été approché durant ce travail de recherche. Néanmoins, il ne constituait pas l'objectif central du travail et a sûrement été sous-estimé, en raison de

l'homogénéité des prélèvements, qui ont été pratiqués de façon standardisée uniquement sur substrats durs inertes dans une optique de bioindication de la qualité de l'eau.

A savoir :

- Seuls les cours d'eau pérennes ont été prélevés. Ils représentent environ 600 km de linéaires alors que les cours d'eau intermittents représentent la majorité avec plus de 3000 km de linéaires (données BD Carthage, <http://www.donnees.reunion.developpementdurable.gouv.fr>).

- Seul l'épilithon a été récolté durant ce travail, ce qui peut réduire considérablement la richesse spécifique qui aurait pu être abordée avec des prélèvements sur d'autres substrats (macrophytes, sédiments, suintements...).

- La grande majorité des prélèvements effectués l'ont été en privilégiant des milieux lotiques. Les seules stations qui ne répondaient pas à ce paramètre sont la Ravine du Maniron (4 relevés) et la Rivière Sainte-Suzanne au Village Desprez (1 relevé) par l'inexistence de ce faciès sur ces stations. Certains taxons caractéristiques de milieux lenticques ont néanmoins été inventoriés sur d'autres stations, mais s'expliquent par l'existence, en amont des substrats prélevés, de zones lenticques comme des bassins (cas de la rivière Sainte-Suzanne en amont du bassin Grondin ou amont du radier N2002).

- L'éclairement des stations était toujours supérieur à 90 %. Les substrats ont toujours été choisis hors influence de l'ombre que pouvait occasionner la ripisylve ou la présence de remparts rocheux, quand ils existaient.

L'ensemble de ces précautions, favorable à une méthode de bioindication, a néanmoins diminué la richesse en taxons recueillie lors de ce travail.

D'autres sources de variabilité des données biotiques peuvent intervenir tout au long des différentes étapes menant du prélèvement à la liste floristique obtenue. Pour limiter l'effet opérateur lié à la collecte des échantillonnages, seulement 5 % des prélèvements de terrain ont été effectués par d'autres intervenants, en respectant strictement le protocole établi. D'autre part, j'ai effectué toutes les opérations de laboratoire du traitement au montage de lames ainsi que les listes floristiques (en utilisant les mêmes moyens optiques, grossissement X 1000 avec un système DIC).

A partir de ces relevés, a pu être conduite l'étude des assemblages diatomiques et leur mise en relation avec les paramètres environnementaux. La bioindication se base sur l'étude

de la relation entre les organismes et l'environnement et représente donc un modèle réducteur de la réalité. En effet, les limites de dispersion (facteurs spatiaux, dynamiques de colonisation...) et les relations biotiques entre les espèces (compétition, facilitation, effet de la communauté sur chaque espèce (Clements 1916)...) sont négligées. Dans le cadre de ce travail, seul l'environnement local a été pris en compte pour expliquer l'assemblage des diatomées, ce qui présuppose l'indépendance entre les espèces (Gleason, 1926) et la considération des niches écologiques fondamentales, c'est-à-dire la part de la niche écologique qui serait occupée par l'espèce si seulement ses besoins étaient déterminants. C'est certainement une simplification de la réalité mais, faute de possibilité de caractérisation standardisée d'effets de relations interspécifiques sur le terrain ou dans l'échantillon (absence de descripteurs pertinents et universels), il n'y a pas de moyen plus sûr de repérer le message écologique porté par les espèces que de relier directement leur occurrence ou abondance relative aux conditions environnementales locales. D'autre part, dans le cadre de la DCE, le message le plus important à capter est la relation des espèces avec des paramètres abiotiques altérés par l'anthropisation. Même si des relations biotiques seraient susceptibles d'influer sur des formes de vie des diatomées, la grande diversité de ce groupe rend possible de trouver de nombreux homologues écologiques sur le plan de l'altération dans différentes formes de vie, ce qui stabilise le diagnostic d'altération.

Dans le monde entier se sont développées de nombreuses méthodes qui tendent à traduire de manière fiable le niveau de dégradation ou de qualité des biotopes aquatiques, à partir de l'étude des diatomées. Ces procédures se basent généralement sur les préférences écologiques des différentes espèces. Le diagramme suivant (figure 9) montre la répartition mondiale des méthodes de bio-monitoring utilisant les diatomées (adapté et complété d'après Bère & Tundisi 2009). Les premiers essais d'utilisation des diatomées comme indicateurs de pollution dans les eaux débutent dès le début du XX^{ème} siècle (Kolkwitz & Marsson 1908). Ce premier système des saprobies a été ensuite modifié par Liebmann (1951) et Pantle & Buck (1955). Ces recherches sont à la base du monitoring par les diatomées (Bère & Tundisi 2009).

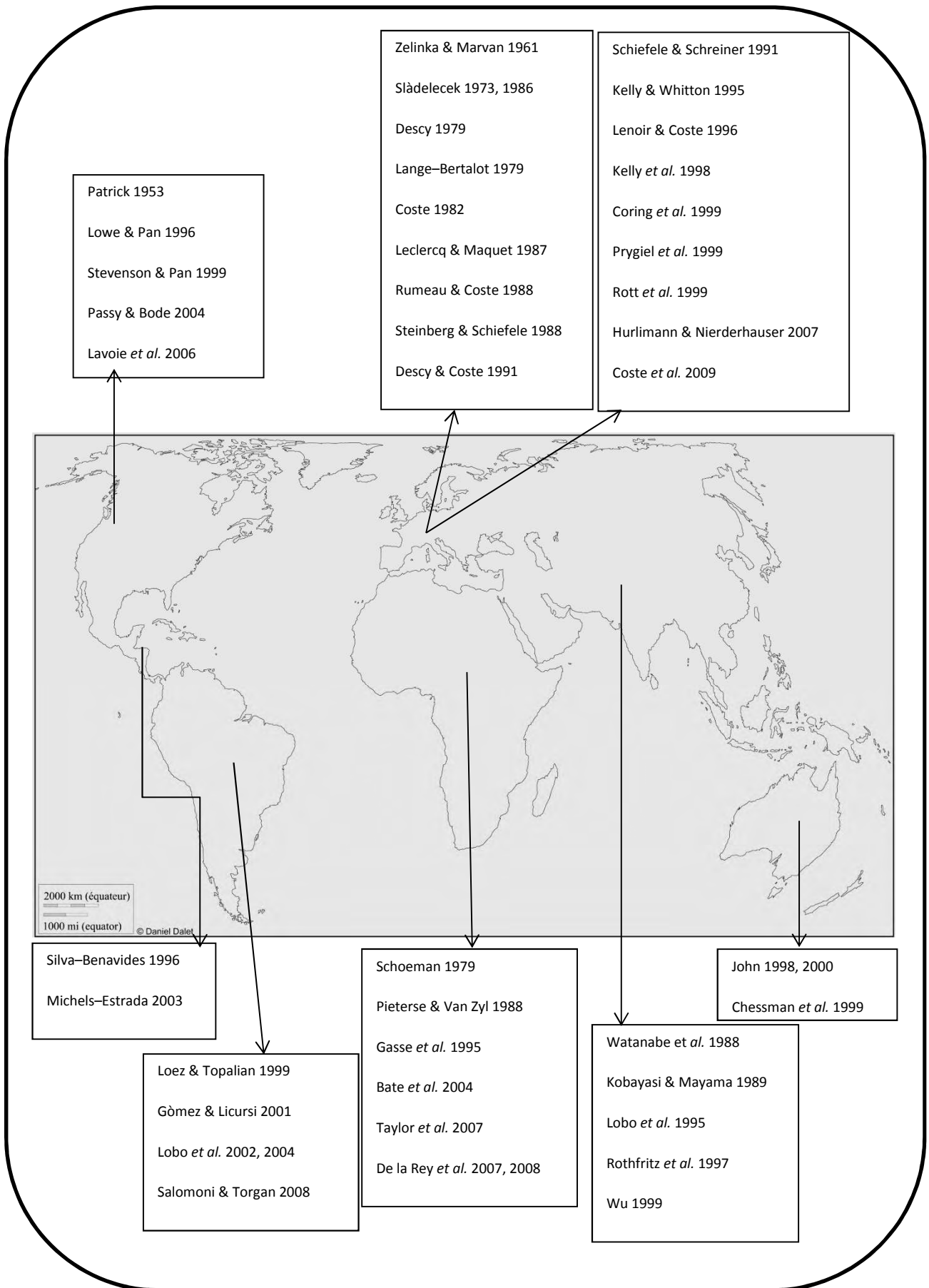


Figure 9. Répartition mondiale des principales méthodes de biomonitoring utilisant les diatomées.

Chapitre 2 : Matériels et méthodes

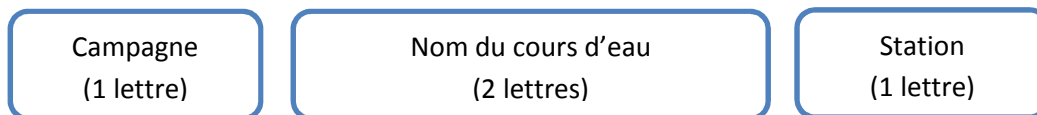


1 Le choix des stations

Le choix préliminaire des stations du réseau d'échantillonnage, mis en place en accord avec l'Office de l'Eau, permet une couverture relativement complète des différents bassins versants hydrographiques de l'île. L'ensemble des hydroécotones définies par Wasson *et al.* (2004) à l'exception d'une, formations volcaniques récentes, est pris en compte.

Les relevés sont au nombre de 307 et se répartissent lors de six campagnes de terrain différentes, quatre en octobre/novembre et deux en avril/mai de 2008 à 2011.

Chaque relevé est codé par 4 lettres. L'exemple présenté en figure 10 ci-dessous montre comment se décompose le code.



Exemple :

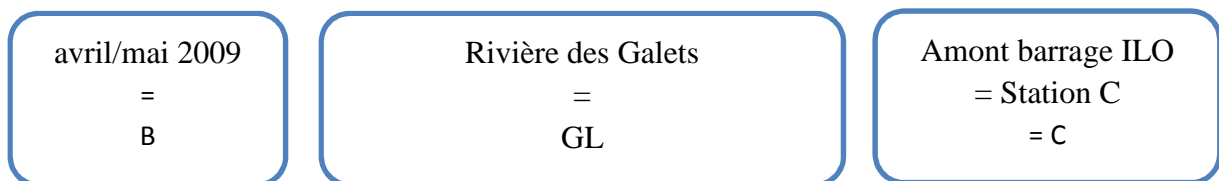


Figure 10. Schéma explicatif des codes des relevés.

La figure 11 représente la localisation des différentes stations et le découpage en hydroécorégions.

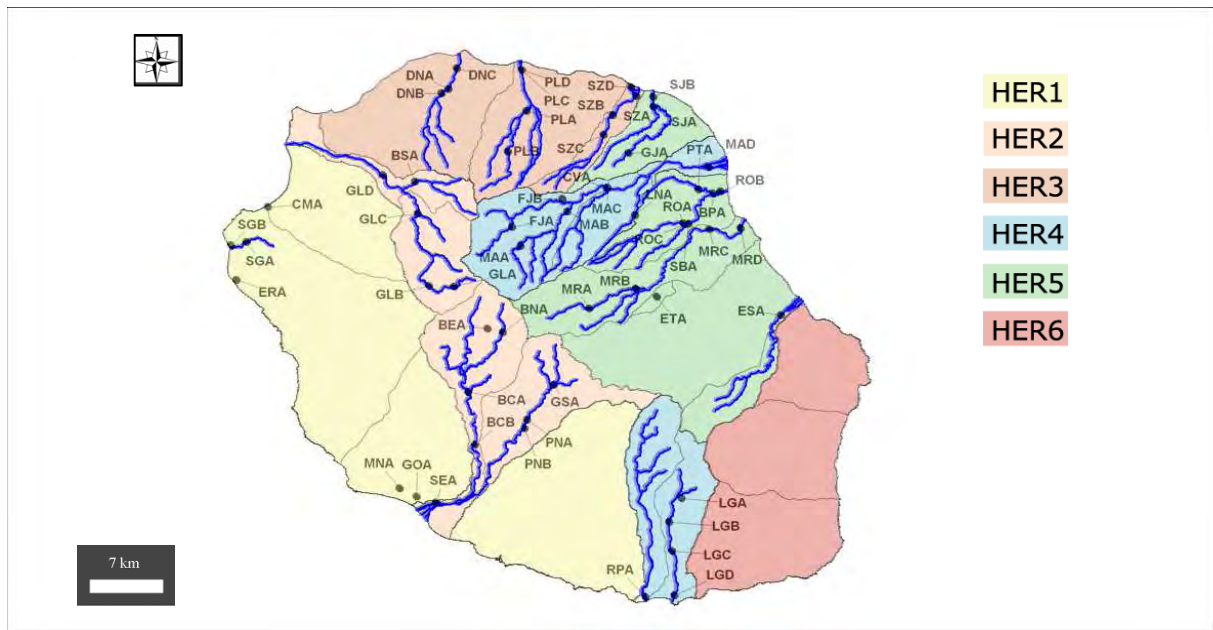


Figure 11. Carte de localisation des stations et délimitation des hydroécorégions.

Les figures suivantes représentent les stations de prélèvement pour chaque hydroécorégion dotée d'un réseau de surface permanent (figures 12 à 16). Sont donnés des indications de typologie (Malavoi 1998, 1999), le nombre de campagnes, le nombre de relevés où une correspondance existe avec les données de physico-chimie et la localisation géographique des stations d'étude.

HER 1 : Versants Sud-Ouest secs				
Stations	Code	Typologie de Malavoi	Nombre de campagne	Correspondance (s) chimie
Ravine du cimetière (sortie STEP Saint-Paul ville)	CMA	/	5	5
Ravine de l'Ermitage à l'église 'Notre Dame de l'Ermitage'	ERA	/	6	6
Ravine Saint-Gilles 'au Verrou'	SGA	HMR sous le vent / cours d'eau à séquence moyennement diversifiées	6	6
Ravine Saint-Gilles au pont RN1	SGB		1	1
Ravine du Maniron (amont ou aval RN1)	MNA	/	4	4
Ravine du Gol (amont ou aval radier Bel Air)	GOA	/	4	4

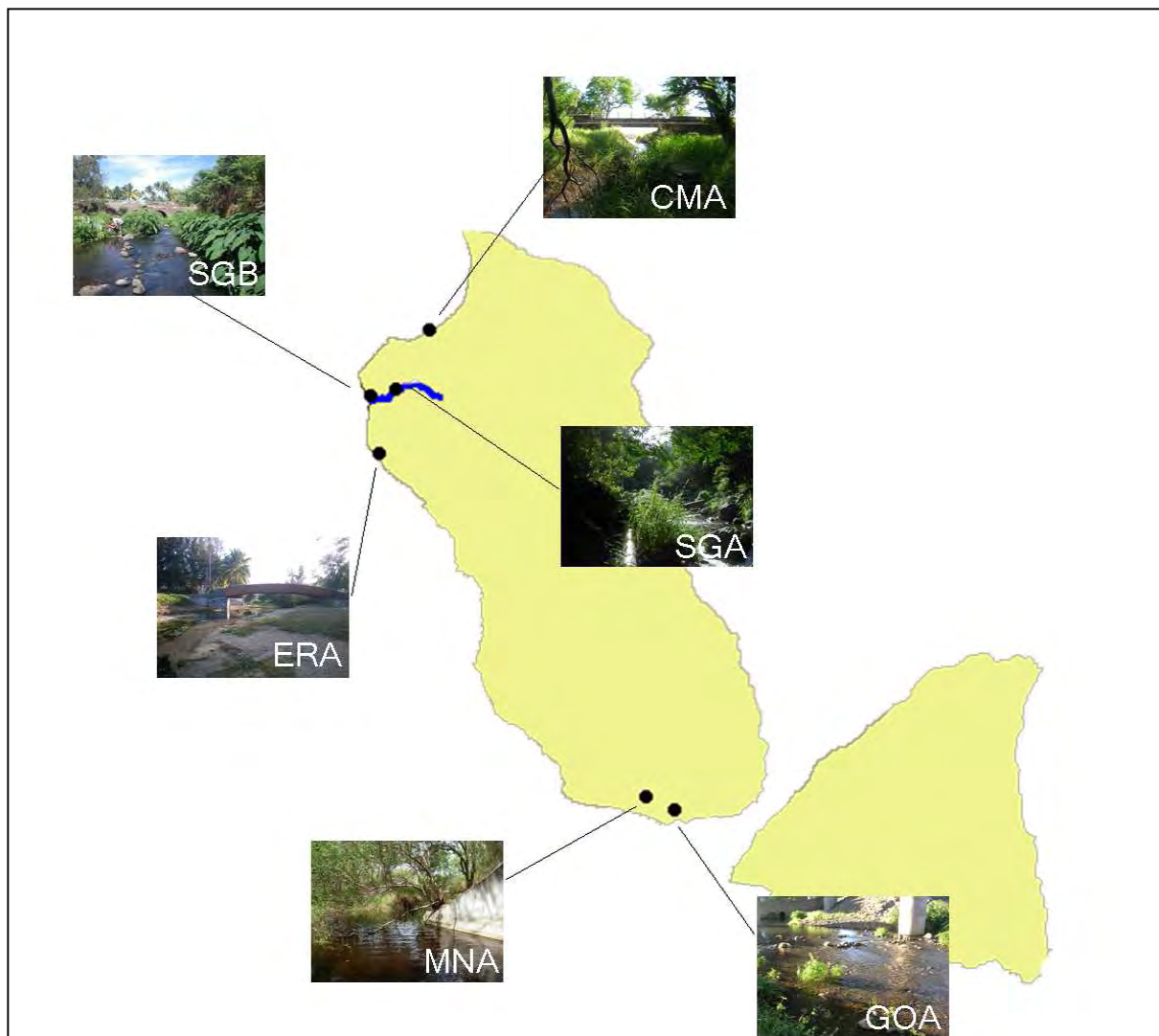


Figure 12. Détails des stations prélevées de l'hydroécocorégion Versants Sud-Ouest secs.

La Ravine Saint Gilles, qui prend sa source à environ 2500 m d'altitude, est à sec dans son cours supérieur, à part lors des fortes pluies. Dans sa partie inférieure, l'écoulement est pérenne ce qui est exceptionnel dans cette HER. Deux prises d'eau pour l'irrigation et l'alimentation en eau potable existent sur cette rivière. Les autres cours d'eau prélevés sont souvent à sec avant d'arriver en mer.

HER 2 : Cirques Sud-Ouest sous le vent				
Stations	Code	Typologie de Malavoi	Nombre de campagne	Correspondance (s) chimie
Bras de la Plaine Grand Bassin aval 3 bras	PNA	HMR sous le vent / profil en long concave classique / cours d'eau alluviaux / cours d'eau à séquence très diversifiées	5	0
Bras de la Plaine aval puit AEP	PNB		6	6
Bras Cilaos amont captage Pavillon	BCA	HMR sous le vent , sous région cirque de Cilaos / système drainant l'ancienne caldeira, leurs couloirs de sorties et les cônes de déjection / profil en long concave classique / Roche mère 7,5% pour 29 km	6	6
Bras Cilaos amont Ilet Furcy	BCB	analysés = cours d'eau "alluviaux" / Cours d'eau à séquences très diversifiées	6	6
Bras des étangs prés des anciens thermes	BEA /		5	0
Bras de Benjoin amont sentier randonnée Cilaos-Bras sec	BNA	HMR sous le vent , sous région cirque de Cilaos /Cours d'eau peu diversifié / très torrentiel / 2 chutes	6	6
Bras de Sainte-Suzanne amont barrage ILO	BSA	/	6	4
Rivière des Galets Marla	GLA		5	0
Rivière des GaletsTrois Roches	GLB	HMR sous le vent / profil en long : chaotique sur l'amont de son cours / cours d'eau alluvial / cours d'eau à séquences très diversifiées	5	0
Rivière des Galets amont barrage ILO	GLC		6	6
Rivière des Galets Ilet Malidé (ex Cap Poivrier)	GLD		6	6
Grand Bassin Bras de Sainte-Suzanne amont sentier Cascade	GSA	HMR sous le vent / Cours d'eau moyennement diversifiés à faciès plutôt torrentiels / 1 chute	5	0
Rivière Saint-Etienne amont pont RN1	SEA	/	6	6

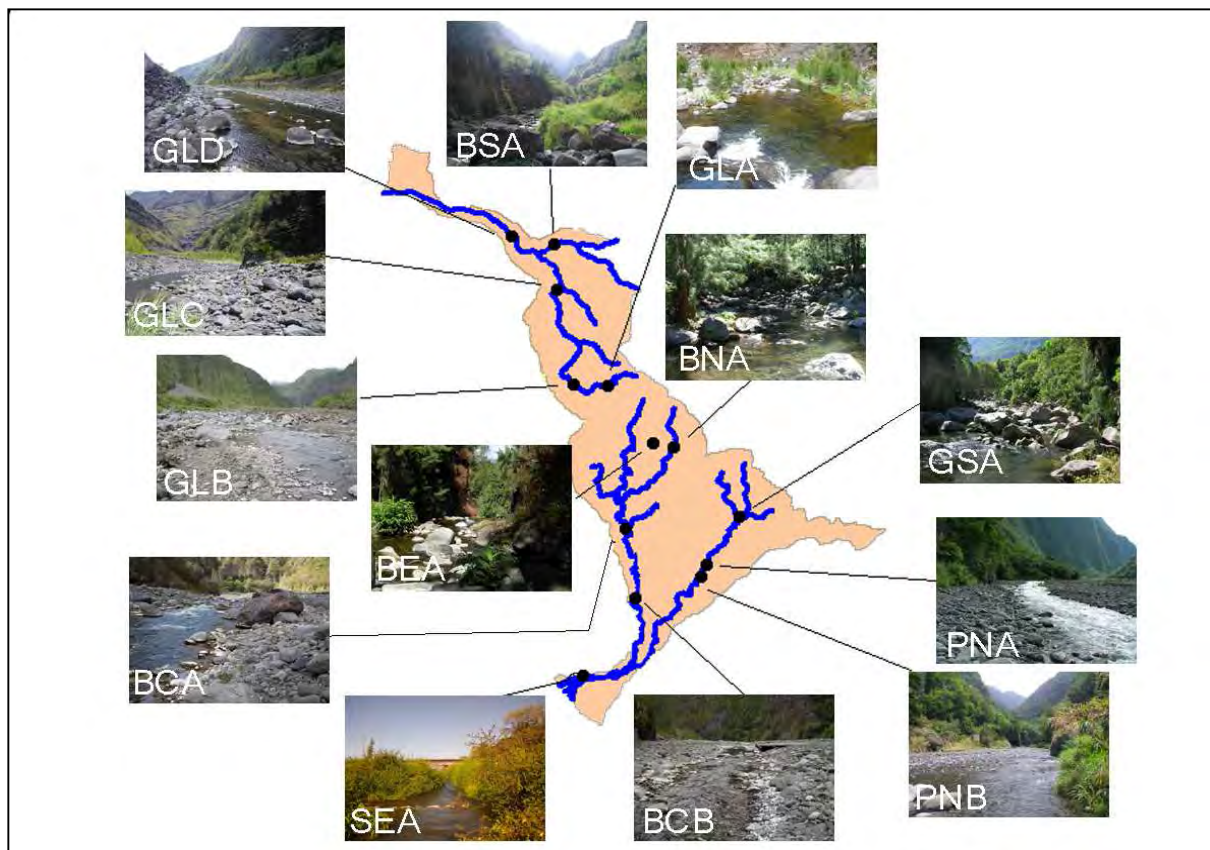


Figure 13. Détails des stations prélevées de l'hydroécocorégion Cirques Sud-Ouest sous le vent.

La Rivière des Galets draine le cirque de Mafate (flanc nord-ouest du Piton des Neiges). Elle a de nombreux affluents, dont le Bras de Sainte Suzanne. Sur chacune de ces rivières, des prises d'eau ont été implantées dans le cadre du basculement des eaux de l'est vers l'ouest. Le Bras des Etangs, où étaient installés d'anciens thermes, est utilisé actuellement pour les activités nautiques, notamment par les adeptes du canyoning. Le Bras de Benjoin, comme le Bras des Etangs, s'écoule aussi dans le cirque de Cilaos et fait partie des nombreux affluents du Bras de Cilaos (versant ouest du Piton des Neiges). Le rejet d'une station d'épuration existe avant sa confluence avec le Bras de Cilaos, ce qui est rare à La Réunion où la majorité des exutoires se situe en mer. Le Bras de Sainte Suzanne (Grand Bassin) se termine par une cascade qui forme un bassin avant de confluer avec le Bras des Roches Noires qui est un affluent du Bras de La Plaine. Un barrage et une prise d'eau pour l'alimentation en eau potable existent au niveau du Bras de La Plaine. Le réseau hydrographique du Bras de La Plaine s'étale sur le massif du Piton des Neiges et sur celui de la Fournaise. Il est aussi à noter qu'un rejet de station d'épuration se situe avant la confluence du Bras de La Plaine avec le Bras Cilaos. La Rivière Saint Etienne est formée par la confluence de ces deux cours d'eau.

HER 3 : Versants Nord intermédiaires				
Stations	Code	Typologie de Malavoi	Nombre de campagne	Correspondance (s) chimie
Rivière Saint- Denis amont prise AEP	DNA	HMR au vent, sous régions vallées encaissées / Profil en long cahotique sur l'amont de son cours / Roche mère 34,5% pour 13,3 km analysée = cours d'eau mixtes (roche mère et alluvions) / Cours d'eau à séquences moyennement diversifiées	6	6
Rivière Saint- Denis Ilet à Guillaume	DNB		5	0
Rivière Saint-Denis 150 m aval passerelle Malabar	DNC		6	6
Rivière des Pluies Ilet Quinquina (140 m)	PLA	HMR au vent, vallée encaissée / cours d'eau alluviaux / cours d'eau à séquence très diversifiées	6	6
Rivière des Pluies Ilet Quinquina (490 ou 340 m) amont galerie Salazie	PLB		5	0
Rivière des Pluies embouchure Gillot	PLC		5	0
Rivière des Pluies	PLD		1	1
Rivière Sainte-Suzanne amont radier N2002	SZA	HMR au vent, sous région pente orient / le profil en long intégralement cahotique / cours d'eau coulant majoritairement sur roche mère / cours d'eau à séquences peu diversifiées	6	6
Rivière Sainte-Suzanne amont cascade Niagara	SZB		5	0
Rivière Sainte-Suzanne amont Bassin Bœuf (sortie Bassin Grondin)	SZC		6	6
Rivière Sainte-Suzanne Village Desprez (ancien bras à Saint-André)	SZD		1	1

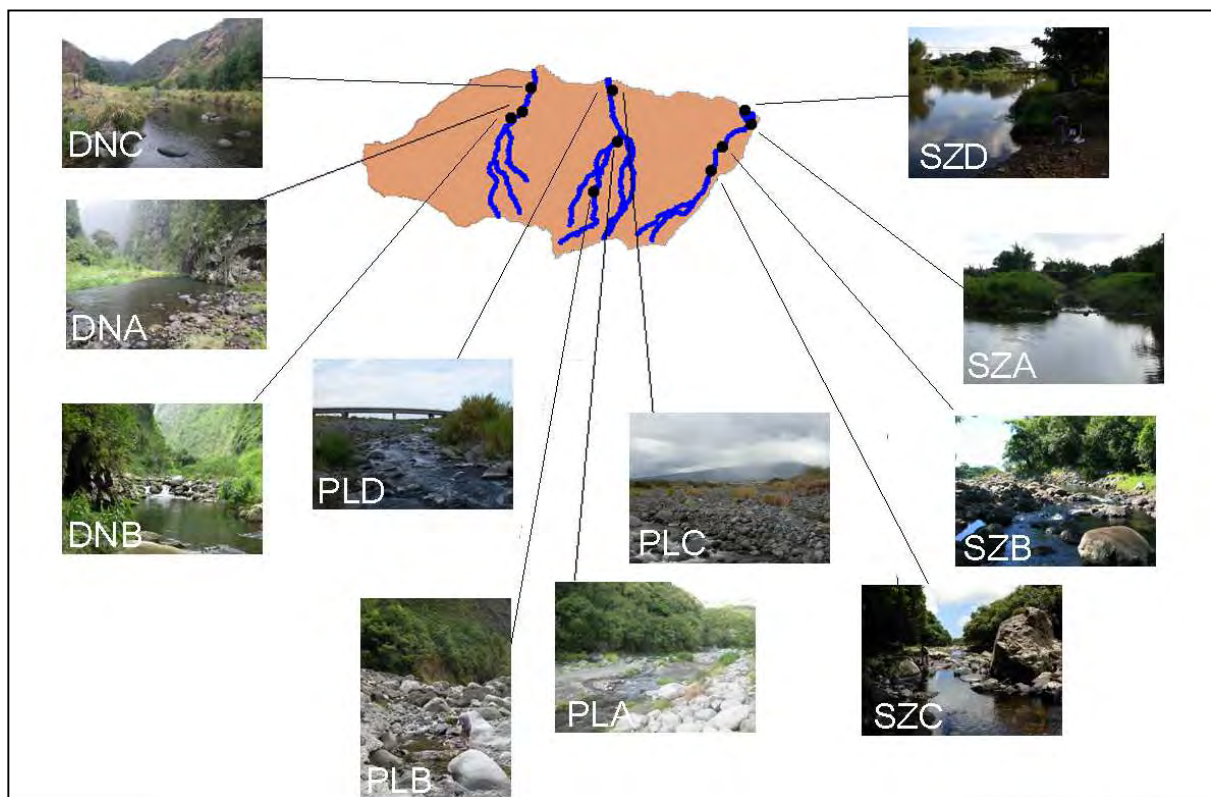


Figure 14. Détails des stations prélevées de l'hydrocorridor Versants Nord intermédiaires.

1. Le choix des stations

La Rivière Saint Denis, alimentée par des sources profondes, prend sa source vers 1500 m d'altitude. Son cours inférieur est très urbanisé et perturbé par de nombreux rejets domestiques. La Rivière des Pluies, prend sa source vers 1500 m d'altitude, rivière pérenne, elle peut être asséchée à l'étiage dans le secteur aval. Dans le futur, une prise d'eau pour le basculement des eaux de l'est vers l'ouest sera opérationnelle, mais à ce jour, le chantier est encore en cours. La Rivière Sainte Suzanne, rivière pérenne, prend sa source vers 1200 m d'altitude. Une prise d'eau existe sur cette rivière.

HER 4 : Cirques Sud et Est au vent				
Stations	Code	Typologie de Malavoi	Nombre de campagne	Correspondance (s) chimie
Bras de Caverne amont confluence Rivière du Mât	CVA	HMR au vent, sous région cirque de Salazie / Cours d'eau très diversifiés à faciès plutôt torrentiels (cascades, cascades-baignoire, rapide) / 4 chutes	3	0
Rivière Fleurs Jaunes mare à vieille place	FJA	HMR au vent, sous région cirque de Salazie / profil en long = profil concave classique / cours d'eau à séquences peu diversifiées	5	0
Rivière Fleurs Jaunes amont barrage ILO (700 m amont confluence Riv. du Mât)	FJB		6	6
Rivière Langevin amont Cascade Grand Galet (Cap Blanc)	LGA		5	0
Rivière Langevin Cascade Grand Galet	LGB	HMR Sud Est / profil en long intégralement cahotique / 100 % Roche mère sur 8,8 km / Cours d'eau à séquences moyennement diversifiées	6	0
Rivière Langevin amont barrage EDF (au limnigraphe)	LGC		6	6
Rivière Langevin amont pont RN1	LGD		6	6
Bras des Lianes amont captage A.E.P. (au limnigraphe)	LNA	HMR au vent, sous régions pentes orientales / Cours d'eau très diversifiés / Cours d'eau assez torrentiels / 16 Chutes	6	6
Rivière du Mât à l'ilet à Vidot	MAA		6	6
Rivière du Mât amont barrage ILO (750 m amont confl. Riv. Fleurs Jaunes)	MAB	HMR au vent, sous régions cirque de Salazie / Profil en long concave classique / cours d'eau mixte Roche mère/alluviaux / cours d'eau rapides à radier rapides / Cours d'eau à trois tronçons caldeira/couloir/cône	6	6
Rivière du Mât aval pont de l'Escalier	MAC		6	6
Rivière du Mât aval (amont chemin Valentin)	MAD		6	1
Rivière des Remparts amont radier Saint-Joseph	RPA	/	6	6

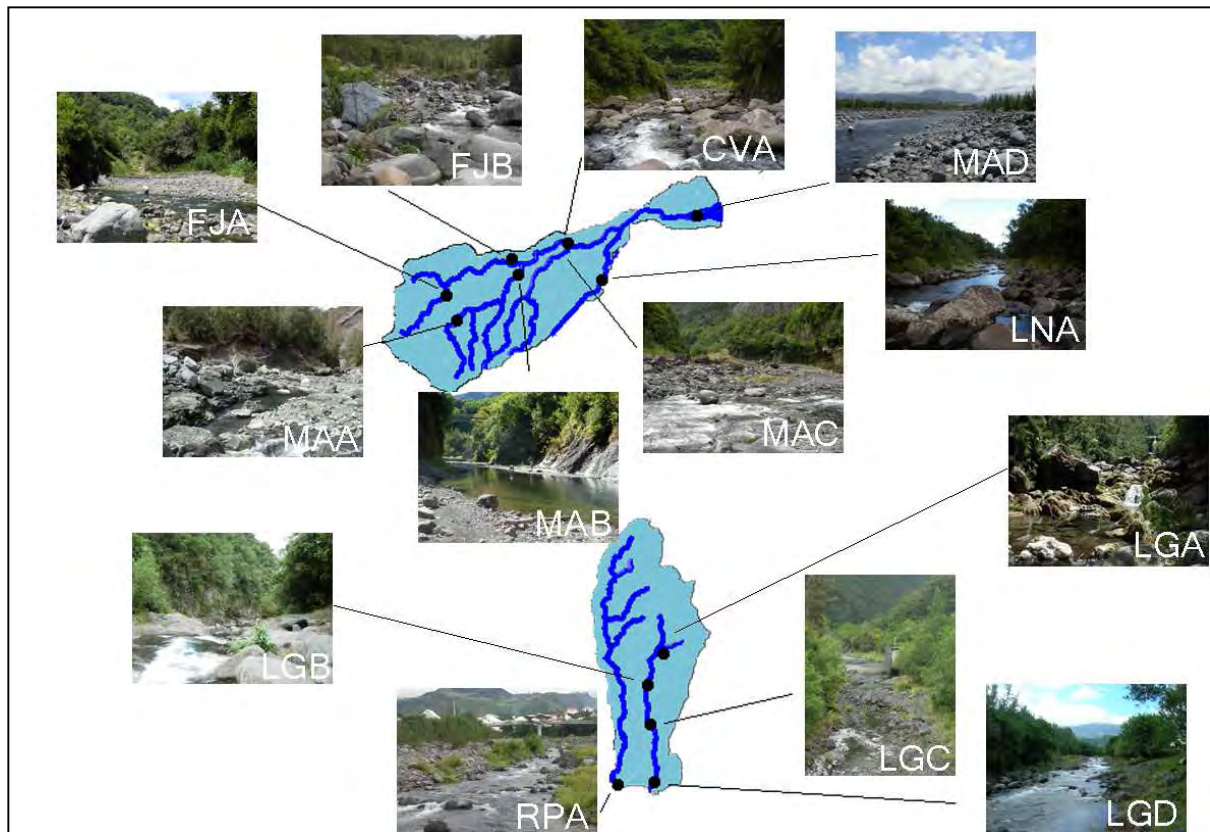


Figure 15. Détails des stations prélevées de l'hydroécocorégion Cirques Sud et Est au vent.

La Rivière du Mât, la plus longue rivière de l'île (34,7 km), s'écoule dans le cirque de Salazie. En rive gauche, la Rivière Fleurs Jaunes vient s'y jeter et en rive droite, elle reçoit le Bras de Caverne. Des prises d'eau pour le basculement des eaux existent sur la Rivière du Mât et sur la Rivière Fleurs Jaunes. Le Bras des Lianes est un affluent de la Rivière du Mât. La confluence de trois petits cours d'eau pérennes vers 1300 m d'altitude forme la Rivière Langevin. De nombreux sous-écoulements se produisent le long de son cours. La Rivière des Remparts, quant à elle, s'écoule dans une vallée étroite formée par l'effondrement des chambres magmatiques de La Fournaise qui se sont vidées durant les éruptions, formant ainsi une caldeira.

1. Le choix des stations

HER 5 : Versants au vent				
Stations	Code	Typologie de Malavoi	Nombre de campagne	Correspondance (s) chimie
Rivière de l'Est aval pont RN2	ESA	HMR Sud-Est / profil en long : profil tendu / 6,8% roche mère = cours d'eau "alluviaux" / Cours d'eau à séquences moyennement diversifiées / Rapides dominant	6	5
Ravine de l'Etang Grand Etang confluence Bras d'Annette	ETA	/	6	5
Grand Bras Rivière Saint-Jean au captage AEP	GJA	/	6	4
Bras Panon amont confluence Rivière des Roches	BPA	HMR au vent, Sous région pentes orientales / Cours d'eau très diversifié (5,6 types de faciès dominants) / Cours d'eau peu torrentiels (radiers, plats dominant) + une proportion importante de faciès lenticques (plats et chenaux lenticques)	5	5
Rivière des Marsouins à Bébour	MRA		6	6
Rivière des Marsouins à Takamaka	MRB	HMR au vent, vallée encaissée / profil en long cahotique sur l'amont de son cours / cours d'eau mixte / cours d'eau à séquence très diversifiées	5	0
Rivière des Marsouins à Bethléem	MRC		6	6
Rivière des Marsouins pont RN2	MRD		6	6
Bras Pétard Libéria amont confluence Bras Panon	PTA	/	6	0
Rivière des Roches à Mon Désir	ROA		6	6
Rivière des Roches au radier Beauvallon	ROB	HMR au vent, sous région pente orientale / profil en long intégralement cahotique / Cours d'eau coulant majoritairement sur roche mère / cours d'eau à séquences moyennement diversifiées	5	5
Rivière des Roches à abondance	ROC		4	0
Grand Bras Saint-Benoit abondance	SBA	/	5	0
Grande Rivière Saint-Jean amont confluence	SJA		6	6
Grande Rivière Saint-Jean au temple de Bois Rouge	SJB	HMR au vent, sous région pentes orientales	5	5

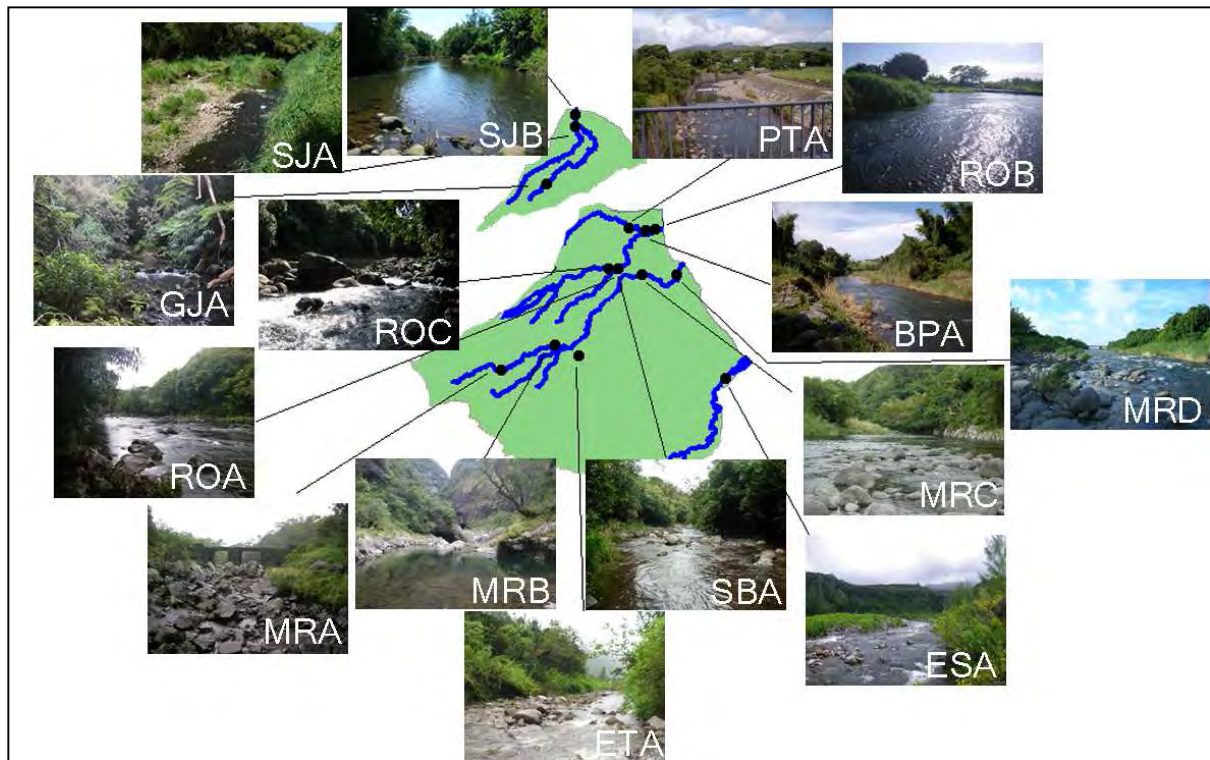


Figure 16. Détails des stations prélevées de l'hydroécocoréon Versants au vent.

La Rivière de l'Est est formée par la confluence de trois ravines pour ensuite s'écouler dans une vallée étroite. Elle est alimentée par de nombreuses sources. Dans son cours supérieur, une prise d'eau EDF détourne une grande partie de son écoulement. Son bassin versant est « tête-bêche » avec celui de la Rivière Langevin. La Ravine de l'Etang formée par de nombreuses cascades alimente le Grand Etang. La source de la Rivière des Marsouins se situe vers 2300 m d'altitude sur les pentes du Piton des Neiges. Deux barrages hydroélectriques sont installés sur son cours au niveau de Takamaka. La Rivière Saint Jean est alimentée par des résurgences et l'écoulement est plutôt lentique dans le secteur aval. La Rivière des Roches prend sa source vers 1800 m d'altitude et reçoit de nombreux affluents comme le Bras Panon ou le Grand Bras Saint Benoit. Le Bras Pêtard est, quant à lui, un affluent du Bras Panon.

Le tableau 1 présente la liste des stations codées avec leurs coordonnées GPS ainsi que les dates de prélèvements selon les différentes campagnes.

Tableau 1. Géolocalisation des stations prélevées et dates de prélèvement.

Code station	Station	X (WGS84)	Y (WGS 84)	Dates de prélèvement selon la campagne						HER
				Oct/Nov 2008	Avr/Mai 2009	Oct/Nov 2009	Avr/Mai 2010	Oct/Nov 2010	Oct/Nov 2011	
				A	B	C	D	E	F	
CMA	La Ravine du Cimetière à Saint-Paul	319070	7675120	26/11/2008	11/05/2009	02/11/2009	03/05/2010	25/10/2010	/	1
ERA	La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage	315924	7667606	26/11/2008	11/05/2009	02/11/2009	03/05/2010	11/10/2010	12/10/2011	1
SGA	La Ravine Saint Gilles au verrou	316949	7671492	21/11/2008	15/04/2009	09/11/2009	06/05/2010	18/10/2010	12/10/2011	1
SGB	La Ravine Saint Gilles au pont RN1	315395	7671200	/	/	/	/	/	12/10/2011	1
BCA	Le Grand Bras de Cilaos au Pavillon	339048	7656089	20/11/2008	24/04/2009	27/10/2009	24/04/2010	19/10/2010	20/10/2011	2
BCB	Le Bras de Cilaos à l'Ilet Furcy	339721	7650630	20/11/2008	24/04/2009	27/10/2009	24/04/2010	19/10/2010	20/10/2011	2
BEA	Le Bras des étangs aux anciens thermes	340964	7662566	20/11/2008	24/04/2009	27/10/2009	24/04/2010	19/10/2010	/	2
BNA	Le Bras de Benjoin à Cilaos	342502	7662218	20/11/2008	24/04/2009	27/10/2009	24/04/2010	19/10/2010	20/10/2011	2
BSA	Le Bras de Sainte-Suzanne amont captage ILO	333748	7677727	27/11/2008	20/05/2009	04/11/2009	27/04/2010	27/10/2010	18/10/2011	2
GLA	La Rivière des Galets à Marla	337617	7666925	28/11/2008	30/04/2009	29/10/2009	04/05/2010	14/10/2010	/	2
GLB	La Rivière des Galets à Trois Roches	335125	7667023	28/11/2008	30/04/2009	29/10/2009	05/05/2010	14/10/2010	/	2
GLC	La Rivière des Galets amont captage ILO	334000	7674430	27/11/2008	29/04/2009	04/11/2009	27/04/2010	27/10/2010	18/10/2011	2
GLD	La Rivière des Galets à l'Ilet Malidé	330555	7678396	27/11/2008	29/04/2009	04/11/2009	27/04/2010	27/10/2010	18/10/2011	2
GOA	La Ravine du Gol à Bel Air	333901	7645319	/	11/05/2009	02/11/2009	03/05/2010	25/10/2010	/	2
GSA	Le Bras de Sainte-Suzanne à Grand Bassin	347572	7656816	04/12/2008	05/05/2009	03/11/2009	30/04/2010	26/10/2010	/	2
MNA	La Ravine du Maniron au Plateau du Gol	332192	7646157	/	11/05/2009	02/11/2009	03/05/2010	25/10/2010	/	2
PNA	Le Bras de la Plaine amont captage	344924	7653202	05/12/2008	06/05/2009	03/11/2009	26/04/2010	23/10/2010	/	2
PNB	Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec	344673	7652339	05/12/2008	06/05/2009	03/11/2009	26/04/2010	23/10/2010	19/10/2011	2
SEA	La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle	335830	7644693	20/11/2008	11/05/2009	22/10/2009	03/05/2010	11/10/2010	20/10/2011	2
DNA	La Rivière Saint-Denis amont captage AEP	337065	7687272	13/11/2008	28/04/2009	20/10/2009	04/05/2010	21/10/2010	13/10/2011	3
DNB	La Rivière Saint-Denis aplomb l'Ilet à Guillaume	336403	7686795	24/11/2008	07/05/2009	23/10/2009	04/05/2010	21/10/2010	/	3
DNC	La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San	337926	7689400	24/11/2008	28/04/2009	20/10/2009	04/05/2010	21/10/2010	13/10/2011	3
PLA	La Rivière des Pluies à l'Ilet Quinquina	344866	7685016	02/12/2008	28/04/2009	20/10/2009	20/04/2010	13/10/2010	09/11/2011	3
PLB	La Rivière des Pluies aplomb du piton Tanan	343039	7680829	02/12/2008	28/04/2009	20/10/2009	20/04/2010	13/10/2010	/	3
PLC	La Rivière des Pluies embouchure	344381	7689221	02/12/2008	02/05/2009	20/10/2009	03/05/2010	11/10/2010	/	3
PLD	La Rivière des Pluies au Pont Neuf	344381	7689221	/	/	/	/	/	09/11/2011	3
SZA	La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades	355794	7686544	24/11/2008	28/04/2009	19/10/2009	28/04/2010	16/10/2010	09/11/2011	3
SZB	La Riv. Sainte-Suzanne amont cascade Niagara	353485	7684580	24/11/2008	19/05/2009	19/10/2009	29/04/2010	16/10/2010	/	3
SZC	La Rivière Sainte-Suzanne au Bassin Grondin	352549	7682561	24/11/2008	19/05/2009	19/10/2009	28/04/2010	16/10/2010	09/11/2011	3
SZD	La Rivière Sainte-Suzanne au Village Desprez	355330	7687440	26/11/2008	/	/	/	/	/	3

Code station	Station	X (WGS84)	Y (WGS 84)	Dates de prélèvement selon la campagne						HER
				Oct/Nov 2008	Avr/Mai 2009	Oct/Nov 2009	Avr/Mai 2010	Oct/Nov 2010	Oct/Nov 2011	
				A	B	C	D	E	F	
CVA	Le Bras de Caverne amont confl. Riv. du Mât	352860	7677010	/	29/04/2009	21/10/2009	01/05/2010	20/10/2010	/	4
FJA	La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52	343424	7673061	28/11/2008	01/05/2009	30/10/2009	05/05/2010	15/10/2010	/	4
FJB	La Rivière Fleurs Jaunes amont barrage ILO	348441	7675977	19/11/2008	13/05/2009	21/10/2009	14/04/2010	20/10/2010	10/10/2011	4
LGA	La Ravine des sept bras à Cap Blanc	360302	7645148	18/11/2008	25/04/2009	22/10/2009	23/04/2010	22/10/2010	/	4
LGB	La Rivière Langevin à Cascade Grand Galet	359110	7642687	18/11/2008	25/04/2009	22/10/2009	23/04/2010	22/10/2010	17/10/2011	4
LGC	La Rivière Langevin à la Passerelle	359369	7639703	18/11/2008	25/04/2009	22/10/2009	23/04/2010	22/10/2010	17/10/2011	4
LGD	La Rivière Langevin au bassin Tamarin	359604	7635129	18/11/2008	25/04/2009	22/10/2009	23/04/2010	22/10/2010	17/10/2011	4
LNA	Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts	355695	7674288	25/11/2008	04/05/2009	23/10/2009	25/04/2010	11/10/2010	10/10/2011	4
MAA	La Rivière du Mât à l'ilet à Vidot	344265	7671094	19/11/2008	13/05/2009	21/10/2009	01/05/2010	15/10/2010	10/10/2011	4
MAB	La Rivière du Mât amont barrage ILO	348944	7674644	19/11/2008	13/05/2009	21/10/2009	14/04/2010	20/10/2010	10/10/2011	4
MAC	La Rivière du Mât à l'Escalier	352947	7677127	19/11/2008	29/04/2009	21/10/2009	01/05/2010	20/10/2010	10/10/2011	4
MAD	La Rivière du Mât à l'embouchure	363045	7679219	01/12/2008	29/04/2009	19/10/2009	22/04/2010	16/10/2010	10/10/2011	4
RPA	La Rivière des Remparts au Butor	356739	7634990	18/11/2008	25/04/2009	22/10/2009	23/04/2010	22/10/2010	17/10/2011	4
BPA	Le Bras Panon aux Avocats	363475	7676522	/	28/04/2009	28/10/2009	28/04/2010	12/10/2010	11/10/2011	5
ESA	La Rivière de l'Est aval	370214	7663999	01/12/2008	27/04/2009	02/11/2009	29/04/2010	18/10/2010	11/10/2011	5
ETA	La Ravine de l'Etang de Grand Etang	357858	7665863	01/12/2008	27/04/2009	26/10/2009	05/05/2010	13/10/2010	21/10/2011	5
GJA	Le Grand Bras de la Gde Rivière St Jean au capt. AEP	355036	7680648	24/11/2008	04/05/2009	19/10/2009	22/04/2010	12/10/2010	11/10/2011	5
MRA	La Rivière des Marsouins à Bébour	351107	7664669	17/11/2008	27/04/2009	28/10/2009	25/04/2010	18/10/2010	12/10/2011	5
MRB	La Rivière des Marsouins à Takamaka 1	355769	7666733	17/11/2008	02/05/2009	26/10/2009	04/05/2010	12/10/2010	/	5
MRC	La Rivière des Marsouins à Bethléem	363101	7672829	25/11/2008	27/04/2009	28/10/2009	25/04/2010	12/10/2010	11/10/2011	5
MRD	La Rivière des Marsouins 50 m aval RN2	366189	7672946	01/12/2008	27/04/2009	28/10/2009	28/04/2010	12/10/2010	11/10/2011	5
PTA	Le Bras Pétard Libéria	361999	7676910	25/11/2008	28/04/2009	28/10/2009	28/04/2010	12/10/2010	11/10/2011	5
ROA	La Rivière des Roches à Mon Désir	360483	7673453	25/11/2008	04/05/2009	28/10/2009	25/04/2010	12/10/2010	11/10/2011	5
ROB	La Rivière des Roches à Beauvallon	364195	7676713	/	04/05/2009	28/10/2009	25/04/2010	12/10/2010	11/10/2011	5
ROC	La Rivière des Roches à Abondance	360643	7673362	/	04/05/2009	28/10/2009	25/04/2010	13/10/2010	/	5
SBA	Le Grd Bras à l'Olympe amont confl. R. des Roches	361009	7673384	25/11/2008	04/05/2009	26/10/2009	25/04/2010	13/10/2010	/	5
SJA	La Gde Rivière St Jean aval Quartier Français	357545	7685433	24/11/2008	04/05/2009	19/10/2009	22/04/2010	16/10/2010	11/10/2011	5
SJB	La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge	357499	7686466	26/11/2008	11/05/2009	02/11/2009	03/05/2010	25/10/2010	/	5

2 Principales pressions anthropiques sur les cours d'eau échantillonnés

Les pressions qui s'exercent sur les cours d'eau sont de plusieurs natures et de différents niveaux. Les abstractions d'eau sont importantes, notamment, pour l'eau potable, l'irrigation et les installations hydroélectriques. Dans les années 90, le projet ILO (Irrigation du Littoral Ouest) a été mis en place et permet de faciliter l'alimentation en eau pour la consommation humaine, l'irrigation et les industriels de la côte Ouest. Les prélèvements sont effectués sur la Rivière des Galets et le Bras de Sainte Suzanne (Cirque de Mafate) qui débouche sur la côte Ouest, la Rivière du Mât et la Rivière Fleurs Jaunes (Cirque de Salazie situé au Nord-Est de l'île), via un tunnel de basculement des eaux qui les achemine vers le littoral Ouest. Les installations hydroélectriques quant à elles se situent sur la Rivière de l'Est, la Rivière Langevin et la Rivière des Marsouins et permettent de couvrir environ 20 % de la production électrique de l'île. Les rejets dans les cours d'eau sont d'origines industrielle, urbaine, agricole (culture et élevage), pluviale ou domestique. Seules deux stations d'épuration rejettent leurs eaux traitées dans des secteurs de cours d'eau distants de l'embouchure (Bras de Benjoin et Bras de La Plaine), d'autres en secteur très aval de l'hydrosystème d'eau douce, déjà sous influence haline potentielle (Ravine de l'Ermitage, Ravine du Cimetière), les autres rejettent en mer. Les loisirs tels que le canyoning, le canoë-kayak, la baignade, la pêche (dont la pêche aux bichiques traditionnelle aux embouchures et le braconnage), les cérémonies religieuses, le lavage de voitures, les lessives peuvent avoir des conséquences sur la qualité du milieu. De nombreuses décharges sauvages peuvent être trouvées dans les lits majeurs. Des extractions de granulats se font aux embouchures de certains cours d'eau comme celles de la Rivière du Mât, la Rivière Saint Etienne ou la Rivière des Remparts. (Ruffié 2010, Mardhel *et al.* 1998, Anonyme 2009)

Le type d'altération dominant que les diatomées d'eau douce permettent de bio-indiquer est relatif à la dégradation physico-chimique ou chimique de l'eau, qui résulte de pratiques anthropiques obligatoirement situées à l'amont du site à évaluer. Si elle est trop conséquente, certains effets défavorables de l'abstraction d'eau peuvent aussi être indirectement détectés par ce maillon, au travers d'un réchauffement de l'eau (exclusion de nombreuses espèces de diatomées de qualité aimant les eaux fraîches et oxygénées), de l'augmentation du caractère lentique du cours d'eau avec forte diminution de la contrainte hydrodynamique et dominance

de l'accumulation (de MES, de matières organiques) par rapport à l'exportation, de la réduction du facteur de dilution de rejets anthropiques diffus ou ponctuels.

Le tableau 2 récapitule les pressions existantes sur les différentes masses d'eau de La Réunion.

2. Principales pressions anthropiques sur les cours d'eau échantillonnés

Tableau 2 : pressions existantes sur les différentes masses d'eau de La Réunion. Entre parenthèses sont indiqués les codes des stations pouvant subir un impact dû à une pression.

HER	Masse d'eau	Captages d'eau	Rejets	Culture	Elevage
1	Ravine Saint Gilles	Captage eau potable + irrigation (SGA, SGB)	/	forte	modérée (bovins + volailles)
2	Grand Bassin	Captages (GSA)	/	faible	faible
2	Bras de La Plaine	Captages (PNB)	Carrière	forte	forte (bovins + porcins)
2	Cirque de Cilaos	Captages	Station épuration dans Bras de Benjoin (BCA, BCB)	faible	faible
2	Grand Bras de Cilaos	Captage Fleurs Jaunes et Petit serré (BCB)	Carrière	faible	forte (élevage)
2	Rivière Saint Etienne aval	/	Carrière + Décharge (SEA)	faible	négligeable
2	Cirque de Mafate	Captage Eau Potable + irrigation (GLD)	/	négligeable	faible
2	Bras Sainte Suzanne	Captage Eau Potable + irrigation (GLD)	/	/	/
2	Rivière des Galets aval	/	Rejets récupération, valorisations fer et métaux (GLD)	faible	/
3	Rivière Saint Denis	Captage d'eau potable (DNC)	0	/	très faible
3	Rivière des Pluies	Captage d'eau potable et irrigation non autorisée (PLA, PLC)	Carrières (PLC, PLD)	faible	très faible
3	Rivière Sainte Suzanne	Captage (SZA, SZD)	rejet décharges (SZA, SZD)	forte	très faible
4	Rivière du Mât amont	Captage irrigation (MAC, MAD)	Carrière	faible	forte
4	Bras de Caverne	/	/	/	/
4	Bras des Lianes	Captage	/	faible	très faible
4	Rivières du Mât aval	Captage irrigation (MAC, MAD)	Carrière	forte	très forte (porcins)
4	Rivière Langevin amont	Captage Grand Galet (LGB)	/	faible	modérée (bovins)
4	Rivière Langevin aval	Prise d'eau EDF (LGC, LGD)	/	modérée	modérée (bovins + porcins)
4	Rivière des Remparts aval	Prélèvements eau (RPA)	/	forte	modérée (porcins)
5	Rivière Saint Jean	Captage	centrale thermique et usine sucrière (rejet eau pluviale) (SJB)	forte	faible à modérée
5	Rivière des Roches	Captages (ROC, ROB)	Carrière	modérée	modérée (porcins)
5	Rivière des Marsouins	Captages + usine hydro-électrique (MRC, MRD)	/	faible	modérée (porcins)
5	Rivière de l'Est	Captage et usine hydro-électrique (ESA)	/	faible	/

3 Le bilan hydrologique de la période

L'hydrologie a pu être suivie grâce aux bulletins de suivi hydrologique annuel publiés par l'Office de l'eau de La Réunion. Le tableau 3 récapitule les débits de pointe et d'étiage connus dans l'historique sur les rivières suivies.

Tableau 3. Débits pour certaines rivières de La Réunion (l/s).

Désignation	Ordre de grandeur / Débit de pointe (l/s)	Etiage min connu moy. jour (l/s)	Etiage max connu moy. jour (l/s)
Rivière Saint Denis	69	0,460	0,740
Grand Bras de la Rivière Saint Jean	32	<0,001	0,023
Bras des Lianes	139	0,098	0,250
Bras Panon	137	0,016	0,108
Rivière des Roches	339	0,340	0,800
Rivière des Marsouins	386	3,070	4,900
Rivière Langevin	259	0,400	1,580

Les campagnes de prélèvements se sont étendues d'octobre-novembre 2008 à octobre-novembre 2011.

En 2008, les cumuls de précipitations de septembre à novembre sont assez faibles. La Réunion est coupée en deux avec l'Ouest très peu arrosé par rapport à l'Est. En 2008, les pluies sont plutôt abondantes en septembre alors qu'elles se font rares en octobre. Malgré cet événement, l'année 2008 se situe dans la normale pour la pluviométrie. Les mois de septembre, octobre et novembre correspondent à l'étiage avant l'entrée dans la saison des pluies. Plutôt élevés dans le Sud, les débits sont moyens dans l'Est avec la Rivière du Mât et sont fortement déficitaires de Saint Benoit à la Rivière des Pluies.

En 2009, la pluviométrie est plutôt excédentaire en relation avec les événements dépressionnaires, voire cycloniques qui se sont produits. Du 4 au 8 février, le cyclone intense Gaël provoque des pluies très abondantes sur l'intérieur de l'île. Du 5 au 7 avril, le Sud

3. Le bilan hydrologique de la période

sauvage est bien arrosé par la tempête tropicale Jade et des crues sont à signaler sur le Bras-Panon et la Rivière Langevin. Un front froid, le 13 mai, induit de fortes pluies orageuses du Sud-Ouest au Sud sauvage ce qui a produit de fortes augmentations des débits sur la Rivière des Remparts et sur la Rivière Langevin. Des crues sont observées sur la Grande Rivière Saint Jean en novembre. L'étiage est globalement peu marqué au cours de l'année 2009, mais des déficits sont toutefois à noter sur la Rivière des Roches et la Rivière des Marsouins.

L'année 2010 est caractérisée par une pluviométrie déficitaire. Même si le mois de mars est bien arrosé, le déficit s'aggrave à partir du mois d'octobre. La sécheresse est exceptionnelle du mois de septembre 2010 à la mi-janvier 2011 et correspond au second rang des trimestres les plus secs depuis 50 ans.

En 2011, la pluviométrie est déficitaire au cours des mois de septembre, octobre et novembre sur l'île entière. Néanmoins, des pluies intenses surviennent le 12 octobre et provoquent une augmentation brutale des débits. Un fort déficit concernant la Rivière Langevin est à noter alors que les autres restent dans la normale.

Au cours des prélèvements effectués dans le cadre de cette recherche, les périodes de crues ont pratiquement toujours pu être évitées et, dans le cas contraire, les dates de prélèvement ont été déplacées afin de garantir la stabilité des peuplements.

4 Les diatomées : du prélèvement à l'inventaire floristique

4.1 Les prélèvements

La structure des communautés de diatomées change selon les substrats présents dans le milieu, les perturbations (crues), les nutriments biodisponibles, le broutage par les organismes herbivores (Biggs *et al.* 1998). Les campagnes de prélèvements ont toujours été effectuées à l'étiage. Les prélèvements ont eu lieu à distance suffisante des événements hydrologiques perturbants (crues...) et préférentiellement au centre du lit du cours d'eau.

La méthode de prélèvement s'inspire des normes IBD (NF T 90-354) de décembre 2007 et de la norme européenne (NF EN 13946) de juillet 2003 et des articles de Kelly *et al.* (1998) et Prygiel *et al.* (2002).

Il existe différents microhabitats (épipelon (sédiments), épipsammon (sable), épilithon (graviers, pierres, blocs, roche mère), épiphyton (macrophytes)) qui présentent des assemblages différents de diatomées. Le substrat dur naturel (pierres, blocs) a été choisi parce que les rivières réunionnaises s'y prêtent bien, ce type de substrats étant facilement disponible. De plus, il s'est avéré performant pour la prédiction de la qualité de l'eau (Kelly *et al.* 1998, Prygiel *et al.* 2002). Les substrats ont été choisis de taille suffisante pour ne pas être déplacés par le courant et une attention particulière a été portée pour être sûr qu'ils n'aient pas été exondés au cours de la période précédant le prélèvement. Les substrats échantillonnés sont toujours situés dans la zone euphotique. Un échantillon n'a été constitué que d'un seul type de support. Les zones proches des berges et/ou ombragées ont été évitées. Les prélèvements ont été faits préférentiellement dans la veine d'eau principale en zone lotique (préférence pour les radiers) et éclairée (évitement des couverts forestiers). Les zones à faible courant, quand cela était possible, ont été bannies, car elles permettent le dépôt de sédiments et autres débris en suspension, ainsi que la persistance des diatomées mortes (thanatocénose). Si, malgré les précautions prises, il restait des débris sur le support, il a été agité brièvement dans l'eau du courant. La pression d'échantillonnage étant à moduler en fonction de la densité des biofilms diatomiques présents sur les substrats, une surface comprise entre 100 et 1000 cm² a été prospectée et échantillonnée sur au moins 5 à 20 substrats différents. Par retour d'expérience sur les milieux tropicaux, cette surface est supérieure à ce qui se pratique généralement sur le continent européen. En effet, la disponibilité d'une quantité suffisante de matériel permet d'une part, de sécuriser l'archivage des échantillons et d'autre part, de faciliter le travail en laboratoire lors du traitement chimique des échantillons. Le but de l'analyse étant d'obtenir

des valeurs fiables d'abondances relatives des différentes espèces présentes dans l'échantillon, l'effort suffisant de l'échantillonnage permet une assise plus représentative de ces communautés, mais n'impose pas une connaissance de la surface exacte d'échantillonnage (approches non quantitatives). Le choix des supports a été aléatoire vu la disponibilité du type de substrat prélevé. Les diatomées ont été récoltées par grattage de la surface supérieure des substrats (celle toujours en contact avec l'eau) (Cazaubon & Loudiki, 1986) à l'aide de brosses à dents. Afin d'éviter toute interférence entre deux échantillons, les brosses ont été systématiquement remplacées à chaque relevé. Le matériel biologique prélevé a été immédiatement fixé au formol tamponné (10 % (v/v)) et conservé dans un pilulier. Différents renseignements pour permettre le suivi de l'échantillon sont portés sur chaque pilulier : code station, date du prélèvement, nom du préleveur.

4.2 Le traitement chimique et la fabrication des lames d'observation

Une partie aliquote de l'échantillon a fait l'objet d'un traitement chimique pour préparer les lames d'observation. L'objectif de ce traitement est de débarrasser les diatomées de leur contenu cellulaire ainsi que de la matière organique présente dans l'échantillon. Ce traitement terminé, il ne reste dans l'échantillon que les parties minérales et donc les frustules en silice des diatomées. L'aliquote est débarrassée du formol utilisé pour la fixation par des cycles de lavages/décantation à l'eau déminéralisée dans des béchers. Les béchers sont couverts pour éviter toutes contaminations entre échantillons. De l'acide chlorhydrique est ajouté pour éliminer les carbonates de calcium et commencer l'attaque de la matière organique. Après rinçage et décantation, le surnageant est éliminé par pipetage. La préparation est ensuite mise à chauffer avec du peroxyde d'hydrogène durant une journée. La température de la solution doit être d'environ 90°C pour obtenir un traitement optimal durant une dizaine d'heures. Quatre cycles 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'une pipette pasteur 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 diatomées 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.

La majeure partie de l'échantillon traité est archivée dans l'éthanol et pourra être utilisée notamment pour les préparations pour le passage au microscope électronique et la fabrication ultérieure de lame d'observation.

4.3 La détermination des taxons et les inventaires

Les observations pour inventaires se font au grossissement X1000. Le microscope photonique utilisé est un Leica DM5000 B (Leica Microsystems GmbH, Germany) qui permet des observations en fond clair, en contraste de phase et en contraste interférentiel différentiel (DIC). Ces différentes techniques d'éclairage permettent une meilleure visualisation des petites espèces ainsi que les détails des ornements. Un système de capture vidéo (caméra Leica DFC 420 digital) permet de photographier les différents individus ainsi que de les mesurer en direct.

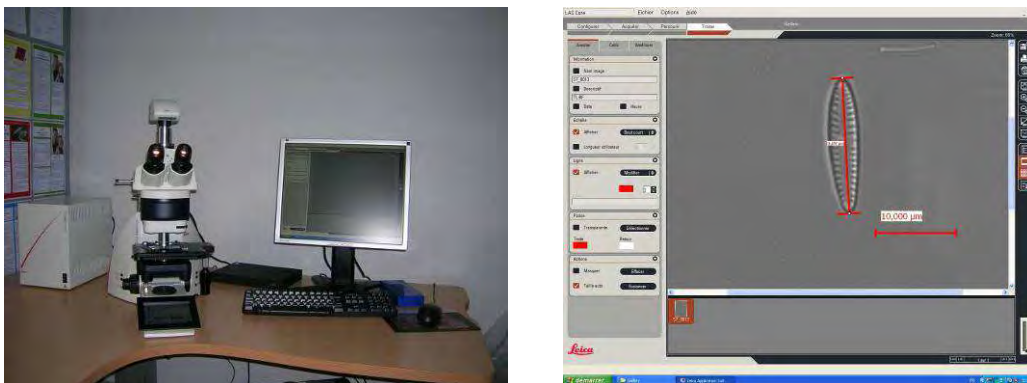


Figure 17. Microscope et logiciel de capture d'image et de mesures

Il existe plusieurs méthodes de comptage des unités diatomiques référencées notamment dans CEN 2004. Les choix effectués sont listés ci-dessous.

L'unité de base choisie est la valve (1 frustule = 2 valves). Le nombre de valves comptées a été fixé à 500. Il est recommandé de compter entre 300 à 500 unités selon le CEN 2004 et au moins 400 selon la norme AFNOR 2007. L'analyse de la lame se fait par champs par un

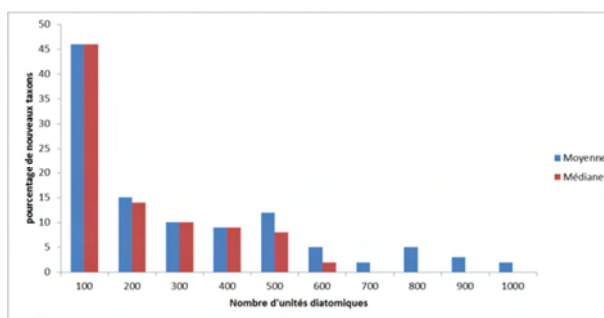
4. Les diatomées : du prélèvement à l'inventaire floristique

balayage lent, vertical ou horizontal, et chaque unité diatomique présente dans le champ d'observation est identifiée et ajoutée au total jusqu'au champ d'observation suivant. Le mode opératoire est répété jusqu'à l'obtention du total d'unités requis. 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 et pour une recherche ultérieure pour ceux encore non connus. Les prises de vue au microscope électronique ont été effectuées avec un microscope électronique ZEISS EVO50 ou JEOL-JSM 6700F.

Lors des inventaires de la deuxième et de la troisième campagne, le comptage a été poussé pour expérimentation jusqu'à 1000 unités. A partir de 500, les taxons nouveaux apparaissant dans le comptage présentent une abondance relative toujours inférieure à 1%. Au niveau de la diversité spécifique le tableau 4 récapitule le pourcentage de nouveaux taxons de l'inventaire apparaissant de 100 en 100 au cours du comptage.

Tableau 4. Pourcentage de nouveaux taxons de l'inventaire apparaissant de 100 en 100 au cours du comptage (sur le jeu de tous les relevés de la deuxième campagne et de la troisième campagne).

Nombre d'unités comptées	Pourcentage de nouveaux taxons apparaissant dans l'inventaire par rapport à la diversité totale de l'inventaire			
	Moyenne	Minimum	Maximum	Médiane
100	46	8	73	46
200	15	0	35	14
300	10	0	26	10
400	9	0	27	9
500	12	0	50	8
600	5	0	25	2
700	2	0	13	0
800	5	0	33	0
900	3	0	50	0
1000	2	0	13	0



La limite de 500 unités comptabilisées a été choisie et semble être représentative de la diversité spécifique à peu près complète d'un échantillon dans le contexte de la Réunion.

5 Les données

Les matrices utilisées (Annexes) pour les calculs statistiques et les représentations géographiques sont au nombre de trois :

- les paramètres géographiques des stations prospectées,
- les inventaires floristiques par relevé,
- les facteurs abiotiques par relevé.

Ces matrices sont extraites de la base de données constituée lors de cette étude.

Les stations sont référencées selon les codes attribués (figure 9).

5.1 Les paramètres géographiques

Les descripteurs d'origine géographique sont l'altitude et les coordonnées relevées sur le terrain avec un GPS (IGN Evadeo) et traduit en coordonnées UTM WGS 84 par le logiciel Circé V3, spécifique à la zone étudiée, fourni par l'IGN. Pour la cartographie, un logiciel de SIG (MapInfo 7.5) et les couches de la BD Carthage (<http://www.donnees.reunion.developpementdurable.gouv.fr/>) ont été utilisés.

5.2 Les inventaires floristiques et planches iconographiques

Les inventaires floristiques ont été bancarisés à l'aide d'une macro excel faisant office de compteur. Pour les prises de vue, le logiciel utilisé est LAS version 3.2.0 (Leica Application Suite). Les planches iconographiques ont été confectionnées à l'aide d'Adobe Photoshop CS.

5.3 Les facteurs abiotiques

Les données de physico-chimie de laboratoire ont été extraites de la banque de données mises à disposition par l'Office de l'Eau (<http://banquededonnees.eaureunion.fr/bdd/>). La base de données utilisée implique 212 relevés sur les 307 ayant fait l'objet d'inventaires. Les données relatives à la croissance du biofilm (fenêtre temporelle de 3 mois précédant la date de prélèvement) ont été choisies pour déterminer la physico-chimie moyenne de la station.

Concernant les valeurs non numériques, compte tenu de la non-atteinte du seuil de détection ou de quantification, elles ont été gérées en divisant par 2 la valeur du seuil. Les différentes analyses statistiques ont été menées sous le logiciel R (R Development Core Team 2012). Les différents packages utilisés sont notamment ADE4 (Dray & Dufour 2004), vegan (Oksanen *et al.* 2012), indicpecies (De Cáceres & Legendre 2009), rioja (Juggins 2012), mvpart (De'ath 2012), MVPARTwrap (Ouellette & Legendre 2012), BiodiversityR (Kindt & Coe 2005), TeachingDemos (Snow 2012) et labdsv (Roberts 2012).

Les descripteurs retenus sont pour la géochimie-hydrochimie naturelle :

- La température (exprimée en °C). Elle influe sur d'autres paramètres physico-chimiques, notamment l'oxygène dissous,
- Le pH. Il mesure l'acidité de l'eau (concentration en ions hydrogène (H^+)),
- La conductivité électrique (exprimée en $\mu S.cm^{-1}$). Elle est une expression numérique de la capacité d'une solution à conduire le courant électrique. Les sels minéraux en solution sont plutôt de bons conducteurs électriques. Elle donne une bonne appréciation des matières en solution dans l'eau,
- Le calcium (exprimé en $mg (Ca^{2+}).L^{-1}$),
- Les carbonates (exprimés $mg (CO_3^{2-}).L^{-1}$). Cette variable représente surtout les sites les plus carbonatés.
- Les chlorures (exprimés en $mg (Cl^-).L^{-1}$). Cette variable marque l'influence haline naturelle pour les stations proches du littoral et pouvant subir des entrées maritimes dues à la houle. Ils peuvent aussi être abondants dans des secteurs plus en amont sous influence volcanique ou thermale. Ils peuvent également être localement présents dans des rejets d'origine anthropique (industrie agro-alimentaire ou des eaux usées domestiques),
- Le sodium (exprimé en $mg (Na^+).L^{-1}$) qui peut être aussi un descripteur d'influence haline littorale. Cependant, des eaux thermales issues du volcanisme peuvent aussi en contenir, sous forme de chlorures et aussi sous forme de carbonates. Enfin, il peut en être contenu dans des rejets anthropiques,
- Les sulfates (exprimés en $mg (SO_4^{2-}).L^{-1}$). Ils peuvent se retrouver dans les eaux par l'influence du volcanisme. En concentrations importantes, ils peuvent signer une altération anthropique d'origine chimique ou domestique,

– Le Titre Alcalimétrique Complet (TAC) (exprimé en °f). C'est un bon indicateur de conditions chimiques naturelles représentant bien le gradient entre des eaux peu minéralisées et acides et des eaux géochimiquement très minéralisées et plutôt basiques. Mais il peut aussi, dans les très fortes valeurs, traduire une forte altération anthropique alcalinisante (rejets basiques de certaines stations d'épuration (STEP), d'industries chimiques ou d'industries agro-alimentaires (IAA)...).

Les descripteurs typiquement représentatifs du degré d'altération anthropique sont :

– Le taux de saturation en oxygène (exprimé en %). Ce paramètre est dépendant dans le milieu aquatique d'un équilibre entre production et consommation. L'enrichissement en oxygène du milieu provient de la diffusion depuis l'atmosphère, d'autant plus que l'eau est brassée et de sa production par les organismes phototrophes (photosynthèse). Sa consommation est liée à l'activité des organismes aquatiques (respiration) et aux processus d'oxydation et de décomposition de la matière organique présente dans l'eau. Dans les milieux pollués par les composés organiques, ces derniers processus deviennent prépondérants et conduisent à un appauvrissement du milieu en oxygène.

– La teneur en matières en suspension (MES) (exprimé en mg.L^{-1}). Elle comprend toutes les matières minérales ou organiques qui ne se solubilisent pas dans l'eau. Elles incluent les argiles, les sables, les limons, les matières organiques et minérales de faible dimension, le plancton et autres micro-organismes de l'eau. Elle peut être représentative des usages agricoles et rendre compte d'une altération anthropique liée à l'érosion. Elle constitue une pollution solide de l'eau,

– Le phosphore total (exprimé en mg (P).L^{-1}). Sa concentration peut être liée à l'érosion des sols ; une partie de son signal est aussi due aux pratiques agricoles de fertilisation, aux effluents (d'élevage, de STEP) et aux formulations lessivielles,

– Les orthophosphates (exprimés en $\text{mg (PO}_4^{2-}\text{).L}^{-1}$). Ils correspondent à la fraction la plus rapidement biodisponible du phosphore présent dans les hydrosystèmes. Ils ont pour origine des engrais agricoles, des formulations lessivielles, des effluents d'élevage et d'industries agro-alimentaires, des effluents domestiques et de stations d'épuration,

– La demande chimique en oxygène (DCO) (exprimée en $\text{mg O}_2\text{.L}^{-1}$). Elle correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation par voie chimique, effectuée à l'aide d'un oxydant puissant, des composés organiques présents dans l'eau. Pour de fortes valeurs, elle signe un enrichissement organique anthropique qui peut aller de matières très oxydables (donc

fortement dommageables au fonctionnement écologique d'un hydrosystème) à plus réfractaires (matières organiques non minéralisées au cours d'un traitement de STEP ou de rejet d'IAA),

– La demande biologique en oxygène sous 5 jours (DBO5) (exprimée en $\text{mg O}_2.\text{L}^{-1}$). Elle correspond à la quantité d'oxygène (exprimée en mg.L^{-1}) nécessaire aux micro-organismes décomposeurs pour dégrader et minéraliser en 5 jours la matière organique présente dans un litre d'eau. C'est l'un des descripteurs primordiaux pour marquer les altérations anthropiques, et notamment les rejets de matière organique fortement biodisponible et minéralisable,

– Le carbone organique dissous (COD) (exprimé en mg (C).L^{-1}). Une partie du COD peut être due à une origine naturelle (par exemple eaux de tourbières, eaux de drainage de zones comportant des accumulations organiques naturelles). Le COD peut aussi résulter du rejet dans le milieu de matières organiques fermentescibles (rejets de STEP, rejets d'élevage, rejets domestiques diffus, rejets d'IAA) et est, dans ce cas, synonyme d'altération anthropique,

– L'ammonium (exprimé en $\text{mg (NH}^{4+}\text{).L}^{-1}$). Il peut être produit en teneurs relativement élevées lors de phénomènes d'ammonification de la matière organique (aval d'élevages, aval de STEPS) et peut aussi arriver aux hydrosystèmes suite à des lixiviations d'engrais azotés ammoniacaux. Il peut aussi provenir, en milieu réducteur, du processus de dénitrification,

– Les nitrites (exprimés en $\text{mg (NO}^{2-}\text{).L}^{-1}$). Forme assez transitoire et fugace de l'azote minéral dans les écosystèmes aquatiques, elle rend compte, comme les ions ammonium, d'une activité de minéralisation en cours de matières organiques fermentescibles et de conditions un peu réduites du milieu aquatique. Elle peut être très toxique sur tous les compartiments biologiques, mais n'atteint que rarement des valeurs élevées, constituant une forme chimique très transitoire entre l'ammonium et les nitrates,

– Les nitrates (exprimés en $\text{mg (NO}^{3-}\text{).L}^{-1}$). Les nitrates constituent un indicateur indéniable d'altération anthropique. Forme la plus oxydée de l'azote minéral, ils marquent la forme terminale de l'azote issu de la minéralisation des matières organiques fermentescibles (type effluent organique, rejet de STEP...). Des apports directs par l'activité agricole (apports, pour la fertilisation des parcelles, de nitrates, d'ammonitrate, d'apports organiques type fumier et lisier) contribuent aussi de façon importante aux quantités trouvées dans les eaux,

– L'azote Kjeldahl (exprimé en mg (N).L^{-1}). Il représente l'azote organique et l'azote ammoniacal. Ce descripteur très sensiblement induit par l'altération anthropique est représentatif de la disponibilité de matières actives azotées fermentescibles.

Chapitre 3 : Etude de l'écologie des communautés



1 Généralités

L'ensemble des relevés (couple station/date) est au nombre de 307. L'analyse de ces 307 relevés a permis d'identifier 343 taxons répartis dans 61 genres. Les abondances relatives maximales des taxons recensés varient de 0,2 % (une valve observée) à 95,8 % et les occurrences de 1 à 280 (figure 18).

	Nombre de taxons
Présence-absence	343
Genre	61
Abondance Relative Maximale	
<1% (sporadique)	139
1-5% (rare)	94
5-10% (régulier)	33
10-30% (commun)	44
30-60% (fréquent)	20
60-100% (dominant)	13
Occurrence	
>200	3
>150	9
>100	11
50-90	23
20-49	31
10-19	34
6-9	39
4-5	38
3	34
2	37
1	84

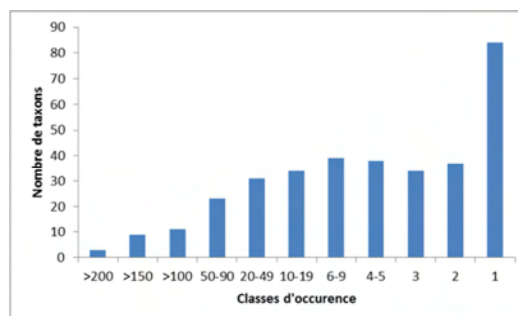
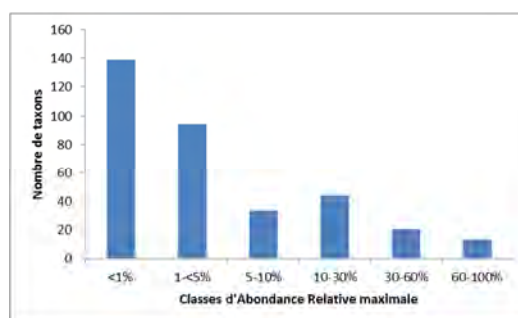


Figure 18. Structure simplifiée des communautés.

La structure des communautés diatomiques de La Réunion est constituée à plus de 70 % par des taxons rares ou sporadiques. Près du quart des taxons ne se retrouvent que sur un seul relevé. A l'inverse, quelques taxons sont présents en abondance et sur un grand nombre de relevés.

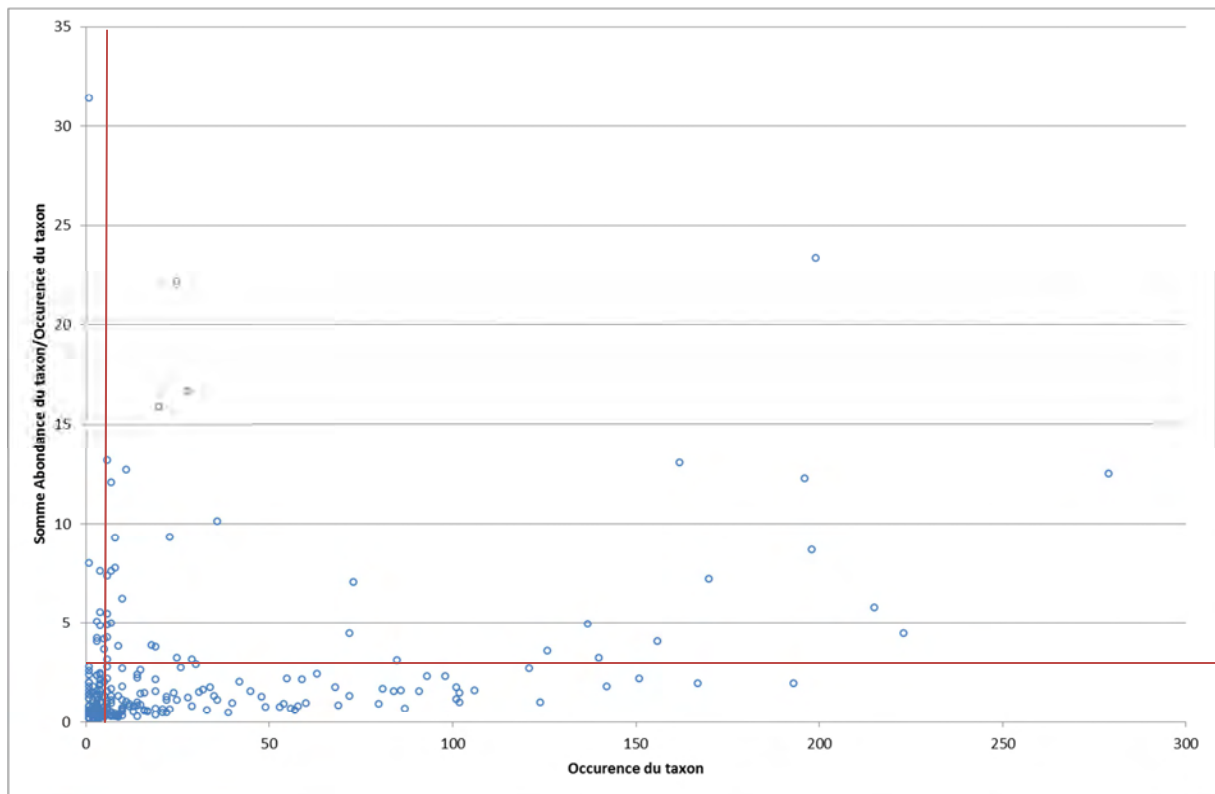


Figure 19. Répartition des différents taxons selon leur abondance/occurrence par rapport à l'occurrence du taxon.

La figure 19 montre la répartition des différents taxons inventoriés selon leur occurrence et leur abondance sur l'ensemble des stations. En prenant comme limite une occurrence de 3 et une abondance totale/occurrence de 3, trois groupes sont obtenus :

- les taxons inventoriés en abondance ($\sum \text{abondance/occurrence} \geq 3$) et présents sur plus de 3 relevés ; au nombre de 48,
- les taxons peu abondants, mais présents sur plus de 3 relevés ; au nombre de 129,
- les taxons peu abondants et présents sur au plus 3 relevés ; au nombre de 166.

Cela traduit la structure des inventaires avec un ou quelques taxons dominants, des taxons souvent présents mais en faible abondance, et de nombreux taxons présents en faible abondance et dans un faible nombre de relevés.

La richesse spécifique, c'est-à-dire le nombre d'espèces récoltées, est en moyenne de 24 taxons par relevé et varie selon les stations de 4 à 55. Elle est relativement faible comparée à la richesse spécifique des cours d'eau de France métropolitaine (observations personnelles).

La figure 20 présente la répartition des différents genres rencontrés.

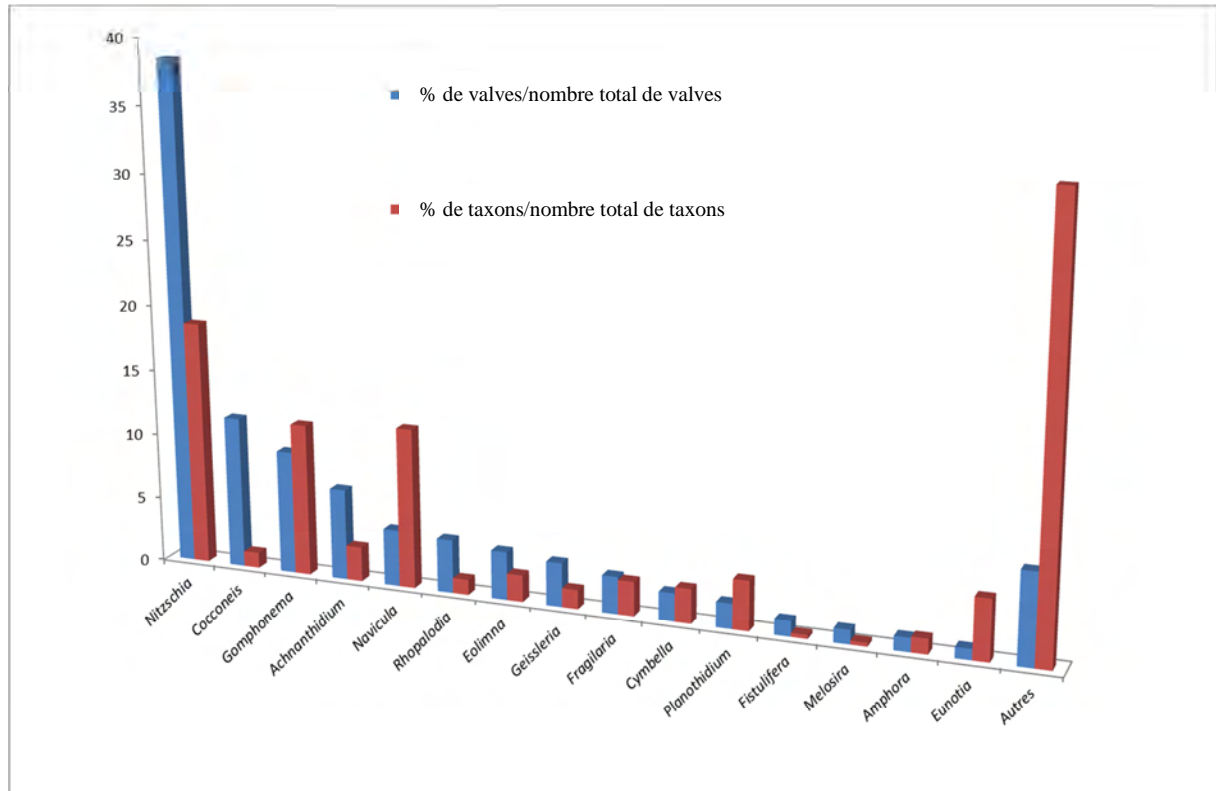


Figure 20. Répartition des différents genres inventoriés en abondance relative (couleur bleue), en pourcentage de taxons (couleur rouge).

Les genres *Nitzschia*, *Gomphonema* et *Navicula* sont les mieux représentés en nombre de taxons (figure 20, couleur rouge). Par contre, même si les taxons du genre *Nitzschia* sont les plus abondants, les genres *Cocconeis* et *Achnanthydium* qui ne comportent qu'un faible nombre de taxons, sont bien représentés en termes d'abondance figure 20, couleur bleue).

2 L'endémisme des diatomées à La Réunion

La Réunion, île océanique ayant une origine volcanique, présente un taux d'endémisme potentiellement élevé en ce qui concerne les peuplements diatomiques des cours d'eau. Le tableau 20 présente trois grandes catégories de taxons rencontrés:

- les taxons déjà décrits, représentés par certaines espèces rencontrées dans des flores européennes et/ou tropicales, qui sont donc non endémiques de La Réunion, qui présentent, pour certaines, une large amplitude de répartition géographique,
- les taxons suffisamment différents de ceux déjà décrits ailleurs qu'à La Réunion et présents en abondance suffisante pour qu'au moins une population entière puisse faire l'objet d'une étude approfondie. Ces derniers sont considérés comme endémiques,
- les taxons potentiellement endémiques, qui sont souvent peu représentés en abondance. Deux cas peuvent se présenter : 1) soit les diatomées semblent suffisamment différentes d'espèces déjà décrites ailleurs qu'à La Réunion mais la description doit être confortée sur des populations plus importantes pour décrire le type, 2) soit le nombre d'individus observés est faible, ce qui n'a pas permis à ce stade de l'étude de pousser le diagnostic notamment par le manque d'image au microscope électronique.

En se basant sur la théorie de Hanski (1982, 1991), les taxons ont été séparés en quatre groupes :

- "core", représenté par les taxons présentant une abondance relative maximale et une occurrence élevées, c'est-à-dire qui sont communes sur l'île et abondantes sur certaines stations,
- "satellite", représenté par les taxons présentant une abondance relative maximale et une occurrence faibles, c'est-à-dire les espèces rares et présentes uniquement sur quelques sites,
- "rural", occurrentes mais toujours en faible abondance,
- "urban", abondantes mais sur peu de stations.

Les seuils minimum de « au minimum 3 % en abondance relative maximale rencontrée dans au moins un relevé » et « occurrence de l'espèce dans au moins 3 relevés », sur la base du jeu de données complet disponible, ont été appliqués. Ces seuils sont les mêmes que ceux utilisés pour le choix des taxons ayant un profil de qualité pour le calcul de l'Indice Diatomique Réunion.

Tableau 5. Classement des taxons inventoriés selon leur « endémicité » et suivant leur abondance relative maximale et occurrence.

	Core	Rural	Urban	Satellites	Total
Espèces déjà décrites	92	25	2	33	152
Espèces endémiques	13	1	0	0	14
Espèces potentiellement endémiques	36	21	6	114	177
Total	141	47	8	147	343

Les relevés floristiques effectués lors de cette thèse révèlent 14 taxons considérés de façon certaine comme endémiques, ou du moins dont la première description mondiale a été faite à la Réunion. Il s'agit de taxons :

- déjà publiés ou en cours de publication, *Geissleria bourbonensis*, *G. mascarenicensis*, *G. mafatensis*, *Kobayasiella bebourensis*, *Achnanthidium palmeti*, *Encyonopsis palmeti*, *E. cilaosensis* et *Crucicostulifera bebourensis*,
- en cours de description, *Achnanthidium* sp. n°4, *A.* sp. n°5, *Chamaepinnularia* sp. n°1, *Nitzschia* sp. n°36, *N.* sp. n°37 et *N.* sp. n°38.

La grande majorité des taxons potentiellement endémiques font partie d'espèces rares (peu abondantes, « satellite » et « rural ») et ne pourront être décrits comme nouveaux que si leur abondance devient assez importante et qu'une étude fine de la morphologie d'une population peut être effectuée, voire si une étude génétique permet à coup sûr de les séparer d'espèces déjà existantes. Les 42 autres espèces potentiellement endémiques (« core » et « urban ») pourront être décrites comme nouvelles lorsque des investigations au microscope électronique sur celles-ci pourront être menées.

A ce stade, la détermination des espèces inventoriées se base donc sur des critères uniquement morphologiques qui servent de base actuelle à la taxinomie des diatomées comme c'est aussi le cas pour beaucoup d'autres groupes d'organismes utilisés à des fins de bioindication.

3 Les communautés

Pour déterminer la structure des communautés des diatomées de La Réunion selon les conditions environnementales, le lien entre les données des inventaires et les données environnementales doit être fait. Le taux de changement de la composition en espèces à travers l'espace géographique, qui correspond à la diversité bêta (Whittaker 1960, 1972, Legendre *et al.* 2005, Ouellette 2011), peut être mesuré en appliquant diverses stratégies.

Dans Boutry *et al.* (2012), les outils statistiques utilisés ont été :

- 1) les cartes auto-organisatrices, réseau neuronal non-supervisé utilisé pour la réalisation d'une typologie des assemblages uniquement basée sur leur composition spécifique (ou biotypologie) ; la description des conditions abiotiques est faite par les variables environnementales abiotiques mesurées ou analysées au site et à la date du relevé.
- 2) l'analyse canonique des correspondances (ACC) complète et restreinte, afin de repérer :
 - les préférences abiotiques des espèces,
 - l'influence des gradients naturels et anthropiques sur la distribution des espèces et sur la composition des assemblages des relevés en fonction des caractéristiques abiotiques du site.

Cette méthode permet de mettre en jeu et d'étudier les relations entre 3 matrices : la matrice des relevés (sites X dates), la matrice des données abiotiques au relevé, la matrice des assemblages biologiques des relevés. La synthèse des méthodes et résultats obtenus est présentée dans le Chapitre 3, 2.5.

Dans le cadre de cette thèse, l'une des méthodes appliquées est basée sur la construction d'un arbre de régression multivariable (ARM) (Segal 1992, De'ath 2002, Larsen & Speckman 2004) suivie de la recherche des taxons bio-indicateurs caractéristiques pour chaque groupe défini. L'ARM mobilise à la fois des variables environnementales abiotiques et les relevés biologiques pour différencier les assemblages types, et ne fait aucune hypothèse sur la forme de relations entre les espèces et leur environnement. Elle peut être utilisée pour l'exploration, la description et la prédiction. Elle permet de générer un modèle descriptif simple, en utilisant une seule analyse. Les deux méthodes, ACC et ARM, cherchent à maximiser la variation des espèces expliquée par les variables environnementales. L'ACC est une technique multivariée très utilisée pour l'analyse de l'effet de gradients présents dans le jeu de données. L'ARM, pour sa part, est une technique de partition présentant la fonctionnalité de repérer des facteurs

structurants (ici, à la fois abiotiques et biotiques) qui sous-tendent l'arbre typologique obtenu. Pour l'ACC, la solution réside dans l'espace linéaire alors que l'ARM n'est pas linéaire. (De'ath 2002). L'ARM donne donc à la fois une image de la biotypologie et un éclairage sur les conditions écologiques qui contribuent le plus à la structurer. Les différentes variations de l'analyse IndVal sont appliquées sur les groupes finaux résultants de l'ARM pour permettre d'isoler les différentes espèces bio-indicatrices ou des combinaisons d'espèces indicatrices. Les moyennes pondérées (« Weighted-average abundances/WA ») sont aussi calculées pour approcher les caractéristiques autoécologiques des différents taxons indicateurs. Les différents traitements statistiques appliqués sont résumés sur la figure 21.

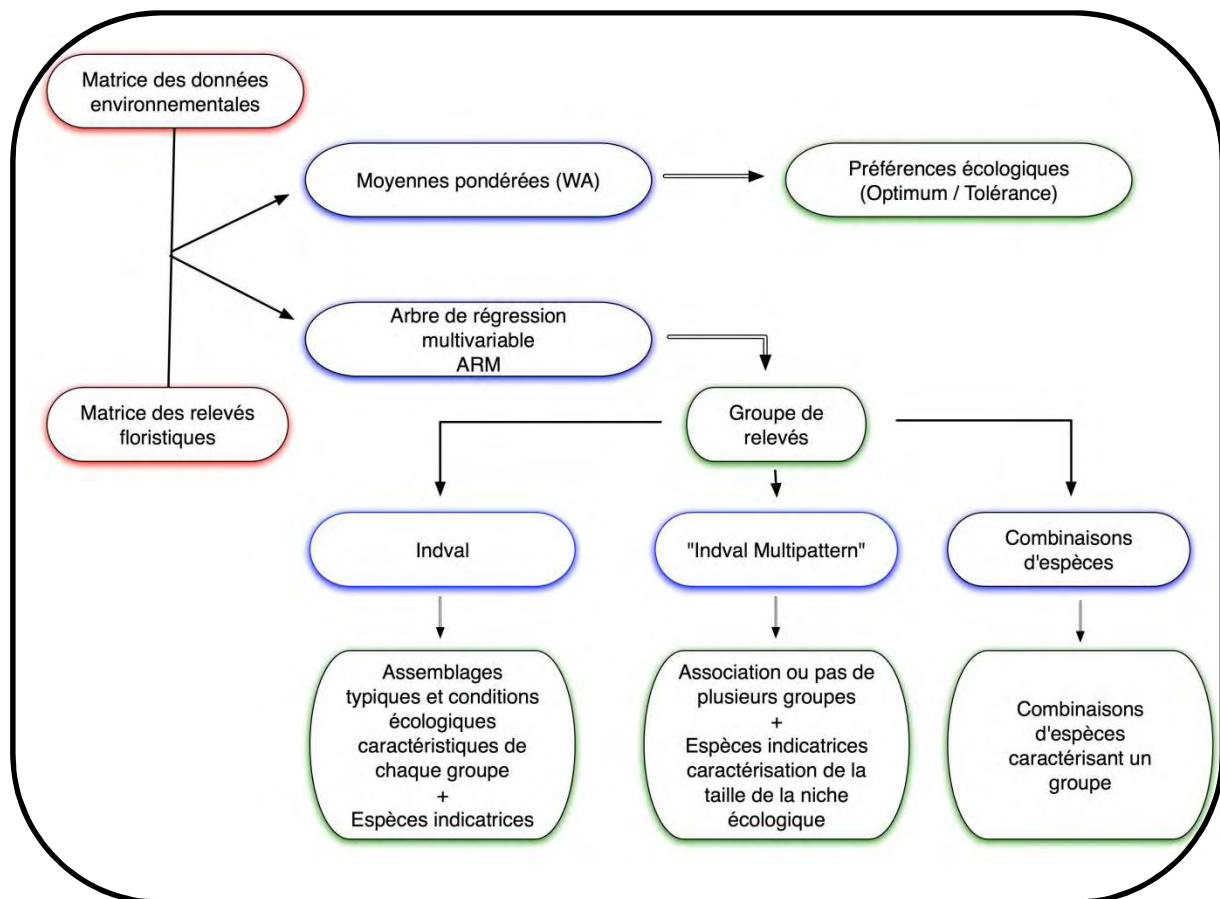


Figure 21. Synopsis des traitements statistiques appliqués dans le cadre de la thèse.

3.1 L'Arbre de Régression Multivariable (ARM)

Cette analyse est une généralisation de l'arbre univariable CART (Classification And Regression Tree) (Breiman *et al.* 1984). L'ARM a été utilisé dans plusieurs domaines en écologie (De'ath 2002, Larsen, 2004, Ouellette 2005, Gélinas 2008).

Cette méthode est non paramétrique et s'applique donc bien à des données non distribuées normalement. C'est un type de groupement hiérarchique divisif comme celui de Ward. Pour construire le groupement, deux matrices sont utilisées, la matrice des variables explicatives (la matrice des données environnementales) et la matrice réponse (la matrice correspondant aux inventaires réalisés). Le critère à minimiser est la somme des carrés des écarts intra-groupe sur la matrice réponse, contrainte à laquelle est ajoutée celle des variables explicatives. L'arbre de régression multivariable est donc un type de groupement sous contrainte.

3.1.1 La construction de l'arbre

Une succession de divisions binaires (bipartition) est réalisée en minimisant la somme des carrés des écarts à la moyenne du groupe de la matrice réponse (formule 1), celle dont la valeur est minimale l'emporte. Autrement dit, chaque coupure maximise la somme des carrés des écarts intergroupe tout en minimisant la somme des carrés des écarts intragroupe.

Formule 1

$$\sum_{k=1}^g \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^{n_j} (y_{ij} - \bar{y}_{jk})^2$$

k : le nombre de groupes ; i : le nombre d'éléments dans le groupe k ; j : le taxon ; \bar{y}_{jk} : la moyenne pour le taxon j dans le groupe k ; y_{ij} : l'abondance du taxon j dans le site i pour chaque groupe k .

Deux groupes sont alors constitués avec la valeur explicative et son seuil permettant la partition. Chaque partition est constituée d'une seule variable environnementale. La répétition de cette étape s'effectue jusqu'à l'obtention d'un seul groupe avec un seul site. Une fois cet arbre retenu, chaque partition est testée par validation croisée pour minimiser son erreur relative (CVRE : Erreur Relative de la validation croisée).

$$CVRE = \frac{\sum_{i=1}^{n_p} \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \hat{y}_j)^2}{\sum_{i=1}^{n_p} \sum_{j=1}^m (y_{ij} - \bar{y}_j)^2}$$

y_{ij} : la valeur réelle ; \hat{y}_j : l'abondance estimée par le modèle ; \bar{y}_j : la moyenne sachant que n_p est le nombre d'objets dans l'ensemble test et m est le nombre de taxon dans la matrice réponse.

Cette phase d'apprentissage fait partie intégrante de la construction de l'arbre. Elle varie de 0 (prédictions parfaites) à 1 (prédictions complètement erronées). Le processus sera répété un certain nombre de fois et le modèle final choisi sera celui présentant la plus petite erreur relative de validation croisée. L'arbre peut alors se décrire selon sa taille, c'est-à-dire le nombre de groupes formés, et par rapport à son erreur. Cet arbre a alors un pouvoir de prédiction dans les deux sens, cortège floristique selon les variables explicatives et inversement. Les espèces dites discriminantes sont celles répondant au mieux aux variables

primaires de l'arbre définies à chaque nœud, c'est-à-dire qui contribuent le moins à l'erreur relative et qui contribuent le plus à la variance expliquée. Ainsi les assemblages seront délimités à chaque dimension ajoutée (variable environnementale et sa valeur seuil) par un hypervolume physico-chimique. Ce résultat rejoint la théorie de la niche écologique (Hutchinson 1957) qui s'applique à une espèce sauf que dans le cas présent il s'agit d'assemblages d'espèces. (Ouellette, 2011)

3.1.2 Le choix des variables explicatives et la fabrication de l'arbre

A partir des données environnementales inventoriées (Chapitre 2, 5.3), seules les stations ayant fait l'objet d'analyses physico-chimiques ont été sélectionnées, ce qui porte leur nombre à 212. Plusieurs essais ont été conduits pour retenir l'arbre présentant la plus faible erreur relative de validation croisée (CVRE) avec un compromis sur le nombre final de groupes. Le tableau de synthèse des résultats obtenus est présenté dans le tableau 6.

Tableau 6. Résultats obtenus selon la matrice des variables explicatives retenues.

M : matrice des données environnementales (annexe) composée des variables suivantes (**Alt** : altitude, **Ammonium**, **NKJ** : Azote Kjeldahl, **Ca** : Calcium, **COD** : Carbone Organique Dissous, **Cl** : Chlorure, **Cond** : conductivité, **DCO**, **DBO5**, **MES** : matières en suspension, **NO3** : Nitrates, **NO2** : Nitrites, **Oph** : Orthophosphate, **pH**, **Ptot** : Phosphore total, **Na** : Sodium, **SO4** : Sulfates, **O2** : Taux de saturation en oxygène, **T** : Température, **TAC** : Titre Alcalimétrique Complet). **M** suivi de l'abréviation d'une variable indique la suppression de celle-ci de la matrice environnementale.

Matrice des variables explicatives retenue	Erreur relative	Erreur de prédiction = CVRE = Erreur Relative de la Validation Croisée	Erreur standard	Nombre de groupe	Paramètres retenus par l'ARM
Alt+TAC+NKJ+O2+NO3+COD	0,555	0,773	0,0275	18	Alt, TAC, NKJ, O2, NO3
M-Cond-Alt	0,639	0,778	0,0258	11	pH, TAC, Cl, Na, NKJ, Ca
M-Cond	0,639	0,781	0,0026	11	pH, TAC, Cl, Na, NKJ, Alt
M-Cond-Ca	0,639	0,786	0,0262	11	pH, TAC, Cl, Na, NKJ, Alt
M-Cond-TAC	0,641	0,786	0,0261	11	pH, Ca, Cl, Na, NKJ, Alt
Alt+TAC+NKJ+O2+NO3+COD limitation à 11 groupes	0,650	0,786	0,0245	11	Alt, TAC, NKJ, O2
Alt+Cond+pH+NKJ+NO3+TAC	0,640	0,787	0,0271	11	pH, Cond, Cl, NKJ, Alt
M-Cond-Alt-Na	0,652	0,787	0,0268	10	pH, TAC, Cl, Ca, NKJ
M-cond-Alt-Ca	0,639	0,788	0,0265	11	pH, TAC, Cl, NKJ, Na
M-Alt	0,640	0,788	0,0266	11	pH, Cond, Cl, Na, NKJ, Ca
M-Cond-Alt-TAC	0,641	0,788	0,0261	11	pH, Ca, Cl, Na, NKJ
M-cond-Na	0,657	0,79	0,0263	10	pH, TAC, Ca, NKJ, Cl, Alt
M-cond-Alt-NKJ	0,659	0,793	0,0263	10	pH, TAC, Na, Cl, Ca
M-Ca	0,640	0,794	0,0272	11	pH, Cond, NKJ, Cl, Na, Alt
M	0,648	0,797	0,027	11	pH, Cond, Na, Cl, Na, NKJ, Alt
M-Na	0,656	0,797	0,0269	9	pH, Cond, NKJ, Alt, Cl
M-cond-Alt-Cl	0,658	0,799	0,0249	10	pH, TAC, Na, NKJ, Ca, COD
M-Cond-Cl	0,658	0,801	0,0252	10	pH,TAC, Na, NKJ, Alt, COD
M-NKJ	0,676	0,802	0,0262	9	pH, Cond, Na, Alt, Cl, Ca
M-pH	0,554	0,803	0,0307	17	Ca, Na, Cond, SO4, Alt, O2, NKJ, TAC, NO3
M-Cond-pH	0,555	0,804	0,0305	17	Cl, Na, TAC, SO4, Alt, NKJ, O2, NO3
M-Cl	0,657	0,807	0,0259	10	pH, Cond, Na, NKJ, TAC, COD
M-Cond-pH	0,670	0,809	0,0265	10	Alt, Cond, pH
M-Na-Ca-Cl	0,662	0,813	0,0266	10	pH, Cond, NKJ, Alt, COD
M-Cond-Alt-pH	0,644	0,82	0,0281	11	Cl, Na, TAC, T, Ca, NKJ

La plus faible erreur relative, ainsi que la plus faible CVRE, ont été obtenues sur une matrice regroupant les variables abiotiques présentant les plus faibles corrélations, calculées par le tau de Kendall, entre elles (Alt+TAC+NKJ+O₂+NO₃+COD). Néanmoins cet arbre n'a pas été retenu car il présente un trop grand nombre de groupes finaux. La solution suivante a été retenue, l'arbre est construit à partir de la matrice entière des paramètres environnementaux à

l'exclusion des paramètres altitude et conductivité. Ce choix a été fait car il présente la CVRE la plus faible avec 11 groupes finaux. Les paramètres retenus au niveau des différents nœuds de l'arbre sont le pH, le Titre Alcalimétrique Complet, les ions chlorures, sodium et calcium ainsi que l'azote Kjeldahl. Ces paramètres ont été choisis par l'analyse (figure 23), malgré leurs fortes corrélations (figure 22). Le degré d'autocorrélation entre variables est inévitable sur un territoire ilien et montagneux comme La Réunion. En effet, à l'exception des sources thermales, les variables sont pratiquement toutes déterminées avec un accroissement inévitable au long du continuum amont-aval. L'accroissement de la minéralisation de l'eau se fait au fur à mesure des terrains traversés et la pression anthropique augmente avec la diminution de l'altitude et des pentes.

L'ARM étant une méthode non paramétrique, le choix de garder les valeurs brutes des variables est autorisé et a été fait. Cela permet notamment d'avoir directement le seuil de la variable explicative en valeur réelle, parfaitement intelligible par les scientifiques écologues et par les gestionnaires, à chaque nœud de l'arbre obtenu.

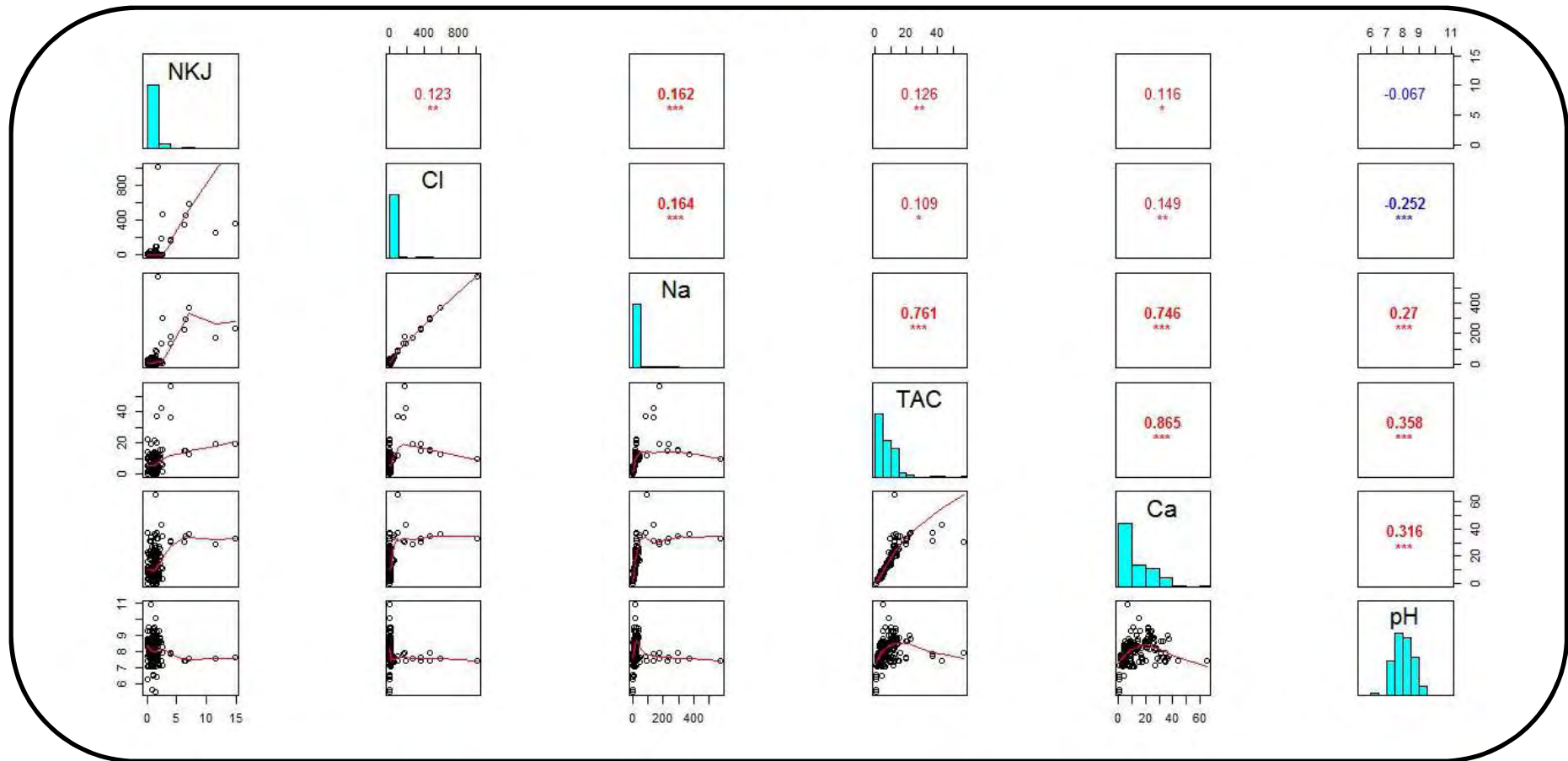


Figure 22. Matrice de corrélation de Kendall des paramètres retenus dans la fabrication de l'arbre. (NKJ : Azote Kjeldahl, Cl : Chlorure, Na : Sodium, TAC : Titre Alcalimétrique Complet, Ca : Calcium)

3.1.3 La matrice réponse

Elle est composée par les inventaires des 212 stations retenues dans la matrice des variables explicatives. Aucune sélection par abondance ou par occurrence n'a été faite pour éliminer certains taxons. En effet, les essais conduits n'ont pas entraîné un pourcentage d'explication supérieur par rapport à l'utilisation des données brutes (Tableau 7).

Tableau 7. Erreurs obtenues selon la matrice réponse utilisée et la transformation appliquée aux données.

Matrice réponses (transformation)	Erreur relative	Erreur de prédiction = CVRE = Erreur de la Validation Croisée	Erreur standard
Hellinger	0,639	0,778	0,0258
Chord	0,692	0,845	0,0300
log	0,634	0,798	0,0250
Matrice réponses (Hellinger)	Erreur relative	Erreur de prédiction = CVRE = Erreur de la Validation Croisée	Erreur standard
Ensemble des taxons	0,639	0,778	0,0258
Ensemble des taxons avec une abondance d'au moins 1 % dans le	0,639	0,778	0,0258
Ensemble des taxons avec une abondance d'au moins 2 % dans le	0,654	0,819	0,0274
Ensemble des taxons ayant au moins une occurrence de 3	0,683	0,861	0,0184

Pour appliquer la procédure de fabrication de l'ARM (Borcard 2011), une transformation a été effectuée sur la matrice réponse. La transformation d'Hellinger (Legendre & Gallagher 2001) a été choisie. La transformation d'Hellinger est une mesure recommandée pour la construction d'arbres (cluster) ou l'ordination des abondances d'espèces (Rao 1995).

$$D_{Hellinger}(x_1, x_2) = \sqrt{\sum_{j=1}^p \left[\frac{\sqrt{y_{1j}}}{\sqrt{y_{1+}}} - \frac{\sqrt{y_{2j}}}{\sqrt{y_{2+}}} \right]^2}$$

Table d'abondance de taille $(n \times p)$: $Y = [y_{ij}]$

Les sites en lignes $i = \{1 \dots n\}$, les taxons en colonnes $j = \{1 \dots p\}$

La somme d'une colonne est notée y_{1+}

3.1.4 Résultats de l'ARM

L'arbre définitif choisi a donc 11 groupes pour une valeur explicative de 36,1 % (l'erreur est alors de 0,639) et une CVRE de 0,782. La représentation finale de l'arbre est illustrée figure 22 avec pour chaque nœud le R^2 , le seuil retenu, le numéro de chaque groupe final obtenu et le nombre de relevés dans chaque groupe. L'appartenance des stations à chaque groupe est présentée dans le tableau 6.

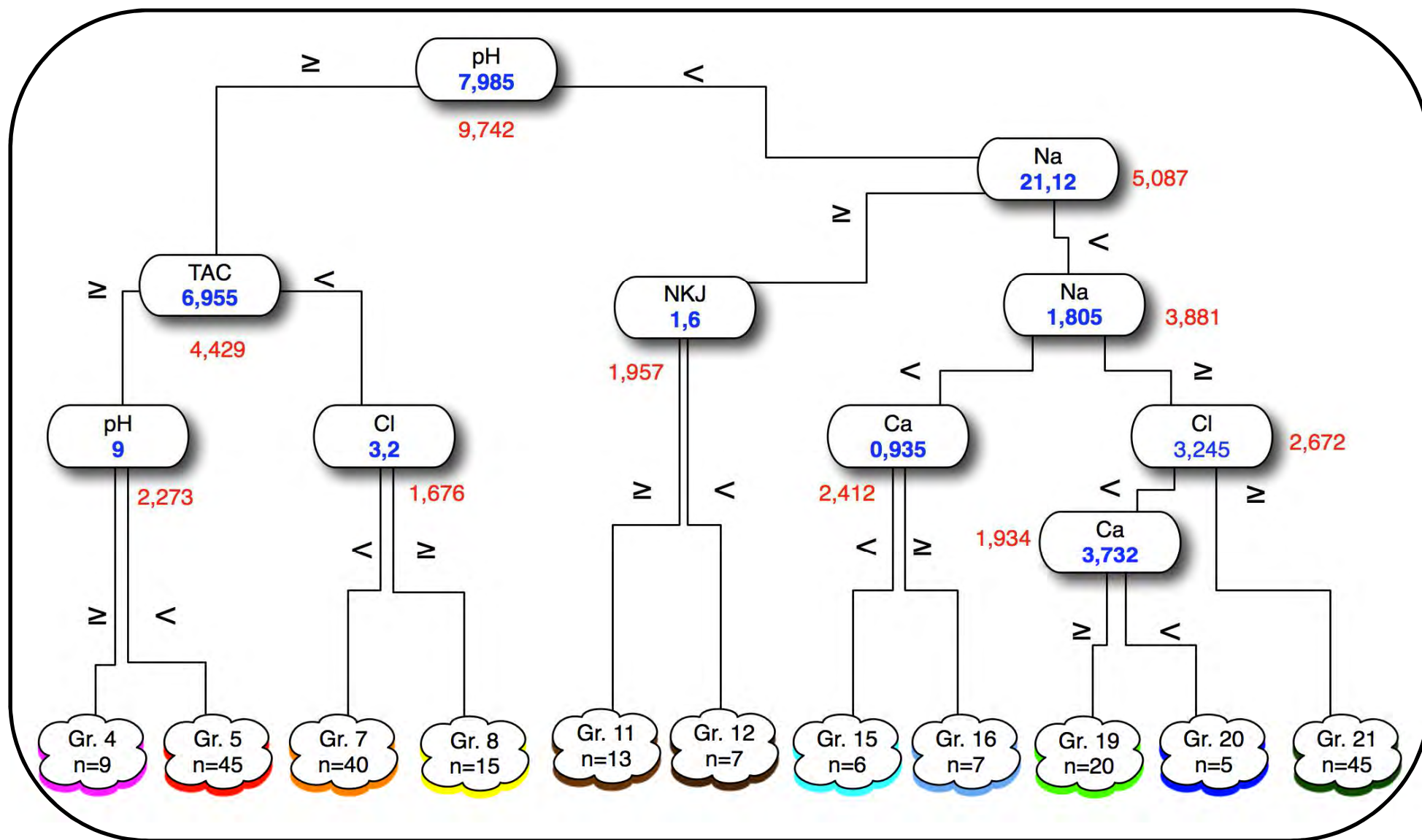


Figure 23. Représentation de l'arbre de régression multivariable (R^2 (en %) en rouge, seuil en bleu, n le nombre de relevés).

Tableau 8. Appartenance des stations aux différents groupes de l'ARM.

Code stations	Stations	Appartenance aux différents groupes de l'ARM / Campagnes de prélèvements						HER
		Oct/Nov 2008	Avr/Mai 2009	Oct/Nov 2009	Avr/Mai 2010	Oct/Nov 2010	Oct/Nov 2011	
		A	B	C	D	E	F	
MRA	La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes	15	15	15	15	15	15	5
ETA	La Ravine de l'Etang de Grand Etang	16	16	16	/	16	16	5
LNA	Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts	20	20	16	20	20	20	4
ROA	La Rivière des Roches à Mon Désir	8	21	16	21	21	21	5
ROB	La Rivière des Roches à Beauvallon (amont radier)	/	21	21	21	21	21	5
SZC	La Rivière Sainte-Suzanne au Bassin Grondin	21	21	21	21	21	8	3
SZA	La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)	21	21	21	21	21	21	3
SJB	La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge	21	21	21	21	21	/	5
SJA	La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français	21	21	21	21	21	21	5
GJA	Le Grand Bras de la Grande Rivière Saint-Jean	21	21	/	21	/	21	5
BPA	Le Bras Panon aux Avocats	/	21	21	21	21	21	5
DNC	La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San	8	8	8	21	21	8	3
SGA	La Ravine Saint Gilles au captage du verrou	8	21	8	8	8	8	1
SGB	La Ravine Saint Gilles au pont RN1	/	/	/	/	/	8	1
ESA	La Rivière de l'Est aval	19	19	/	7	7	8	5
RPA	La Rivière des Remparts Le Butor	7	19	19	21	7	7	1
MRC	La Rivière des Marsouins à Bethléem	7	19	19	7	19	7	5
MRD	La Rivière des Marsouins 50 m aval RN2	19	19	19	19	19	7	5
LGC	La Rivière Langevin à la Passerelle	7	19	19	19	7	7	4
LGD	La Rivière Langevin à Langevin (bassin Tamarin)	7	19	7	7	7	7	4
PNB	Le Bras de la Plaine à l'ilet du Bras Sec (aval puits AEP)	7	19	7	19	7	7	2
BNA	Le Bras de Benjoïn à Cilaos	5	5	5	5	19	19	2
SEA	La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle	7	8	5	5	7	7	2
DNA	La Rivière Saint-Denis (amont captage AEP)	7	8	7	7	7	7	3
PLA	La Rivière des Pluies à l'ilet Quinquina	7	7	8	7	7	7	3
PLD	La Rivière des Pluies au Pont Neuf	/	/	/	/	/	7	3
BSA	Le Bras de Sainte-Suzanne à Mafate (amont captage ILO)	7	/	7	/	7	7	2
GIC	La Rivière des Galets à Mafate (amont captage ILO)	5	5	4	5	5	4	2
GLD	La Rivière des Galets à llet Malidé	4	5	7	5	5	4	2
BCA	Le Grand Bras de Cilaos au Pavillon	4	5	5	5	5	4	2
BCB	Le Bras de Cilaos à llet Furcy	5	5	4	5	4	4	2
MAA	La Rivière du Mât à l'ilet à Vidot	5	5	5	5	5	5	4
MAB	La Rivière du Mât à Salazie (amont barrage ILO)	5	5	5	5	5	5	4
FJB	La Rivière Fleurs Jaunes à Salazie (amont barrage ILO)	5	5	5	5	5	5	4
MAC	La Rivière du Mât à l'Escalier	5	5	5	5	5	5	4
MAD	La Rivière du Mât à l'embouchure	5	/	/	/	/	/	4
GOA	La Ravine du Gol à Bel Air	/	12	12	11	12	/	1
CMA	La Ravine du Cimetière à Saint-Paul	12	12	11	12	12	/	1
SZD	La Rivière Sainte-Suzanne au Village Desprez	11	/	/	/	/	/	3
MNA	La Ravine du Maniron au Plateau du Gol	/	11	11	11	11	/	1
ERA	La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage	11	11	11	11	11	11	1

Les résultats bruts de l'ARM définissent des groupes finaux de stations. Ce sont, selon les paramètres et leurs seuils sélectionnés par l'analyse :

- Le groupe 4 avec un pH supérieur ou égal à 9 et un TAC supérieur ou égal à 6,955 °f. Les stations de la Rivière des Galets et du Bras Cilaos à certaines dates appartiennent à ce groupe.
- Le groupe 5 avec un pH compris entre 7,985 et 9 et un TAC supérieur ou égal à 6,955 °f. Il est constitué en particulier de toutes les stations sur la Rivière du Mât et de la Rivière Fleurs Jaunes, ainsi que celles de la Rivière des Galets et des rivières du cirque de Cilaos à certaines dates.
- Le groupe 7 avec un pH supérieur ou égal à 7,985, un TAC inférieur à 6,955 °f et une concentration en ion chlorure inférieure à 3,2 mg(Cl).L⁻¹. Il comprend notamment le Bras de Sainte Suzanne à Mafate, et pour certaines dates des stations de la Rivière Saint Denis, de la Rivière des Pluies et de la Rivière Langevin par exemple.
- Le groupe 8 avec un pH supérieur ou égal à 7,985, un TAC inférieur à 6,955 °f et une concentration en ion chlorure supérieure ou égale à 3,2 mg(Cl).L⁻¹. Il est constitué notamment des stations sur la Ravine Saint Gilles et sur la Rivière Saint Denis en aval, pratiquement lors de toutes les campagnes.
- Le groupe 11 avec un pH inférieur à 7,985, une concentration en ion sodium supérieure ou égale à 21,12 mg(Na).L⁻¹ et une concentration en azote Kjeldahl supérieure ou égale à 1,6 mg(N).L⁻¹. La Ravine de l'Ermitage, la Ravine du Maniron et la Rivière Sainte Suzanne au village Desprez font partie de ce groupe.
- Le groupe 12 avec un pH inférieur à 7,985, une concentration en ion sodium supérieure ou égale à 21,12 mg(Na).L⁻¹ et une concentration en azote Kjeldahl inférieure à 1,6 mg(N).L⁻¹. Il est constitué de la Ravine du Cimetière à Saint Paul et de la Ravine du Gol à Bel Air à pratiquement toutes les campagnes.
- Le groupe 15 avec un pH inférieur à 7,985, des concentrations en ion sodium inférieure à 1,805 mg(Na).L⁻¹ et en ion calcium inférieure à 0,935 mg(Ca).L⁻¹. Il est constitué uniquement par la station de la Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour).
- Le groupe 16 avec un pH inférieur à 7,985, des concentrations en ion sodium inférieure à 1,805 mg(Na).L⁻¹ et en ion calcium supérieure ou égale à 0,935 mg(Ca).L⁻¹. La Ravine de l'Etang de Grand Etang appartient à ce groupe.
- Le groupe 19 avec un pH inférieur à 7,985, des concentrations en ion sodium comprises entre 1,805 et 21,12 mg(Na).L⁻¹, en ion chlorure inférieure à 3,245

mg(Cl).L⁻¹ et en ion calcium supérieure ou égale à 3,732 mg(Ca).L⁻¹. Il est constitué, selon les campagnes, par les stations de la Rivière des Marsouins à Béthléem ou en aval de la RN2, la Rivière de l'Est ou encore le Bras de La Plaine.

- Le groupe 20 avec un pH inférieur à 7,985, des concentrations en ion sodium comprises entre 1,805 et 21,12 mg(Na).L⁻¹, en ion chlorure inférieure à 3,245 mg(Cl).L⁻¹ et en ion calcium inférieure à 3,732 mg(Ca).L⁻¹. Le Bras des Lianes, à l'exception d'une campagne compose ce groupe.
- Le groupe 21 avec un pH inférieur à 7,985, des concentrations en ion sodium comprises entre 1,805 et 21,12 mg(Na).L⁻¹, en ion chlorure supérieure ou égale à 3,245 mg(Cl).L⁻¹. Il est constitué par la Grande Rivière Saint Jean à Bois Rouge et en aval du quartier Français, par le Grand Bras de la Grande Rivière Saint Jean, par la Rivière Sainte Suzanne aux cascades et au Bassin Grondin et par le Bras Panon aux Avocats pour toutes les campagnes.

La répartition des valeurs des groupes finaux des paramètres choisis pour l'ARM est présentée sous forme de boxplots (figure 24).

3. Les communautés

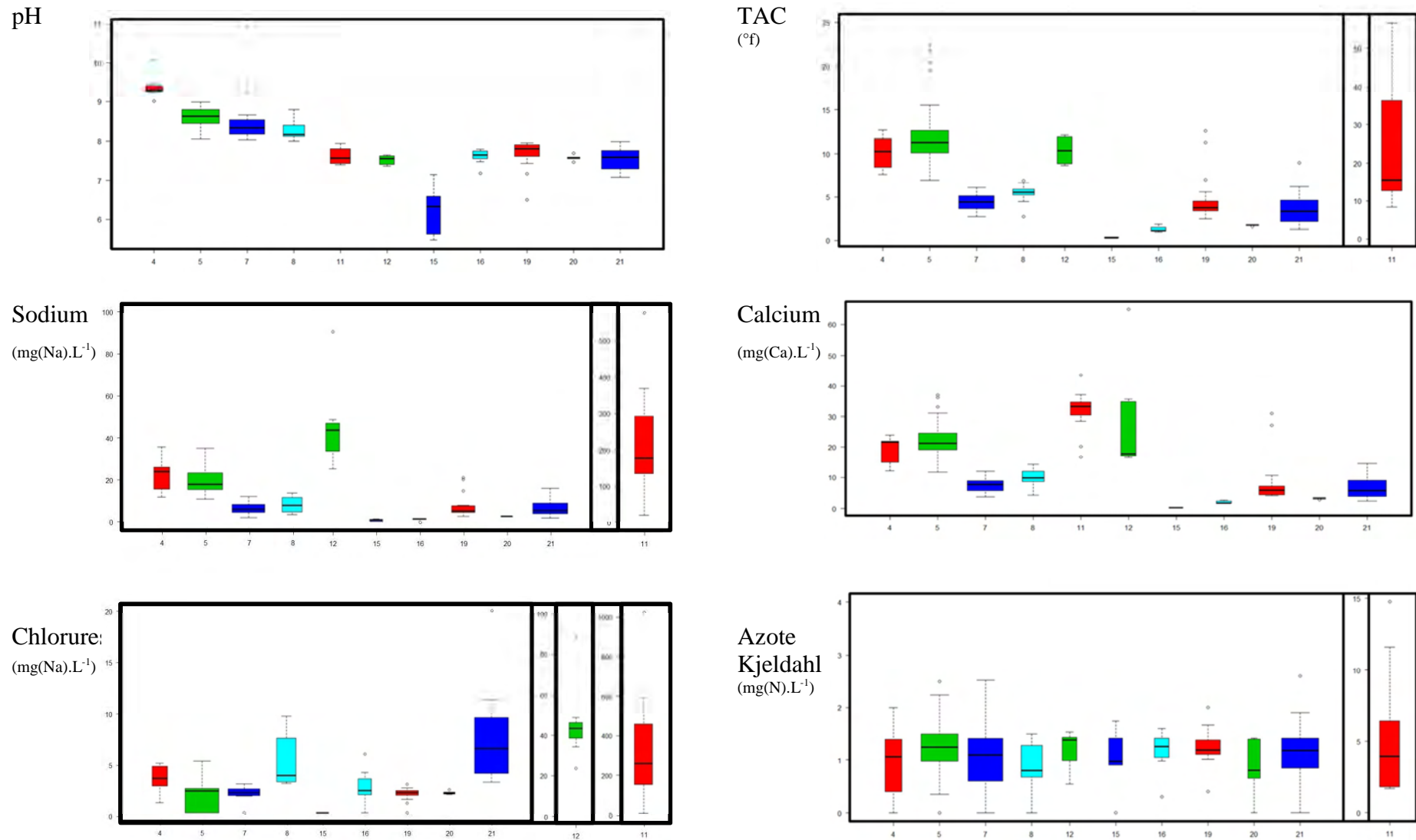
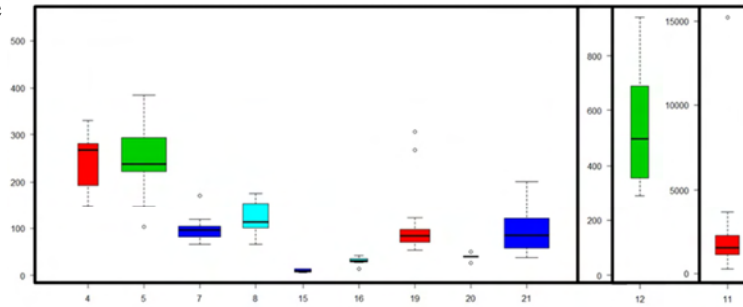
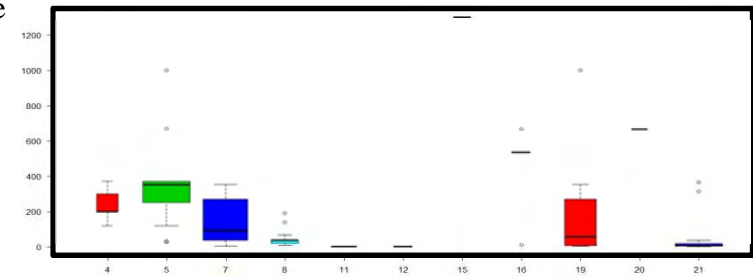


Figure 24. Boxplots des paramètres utilisés par l'ARM selon les groupes retenus.

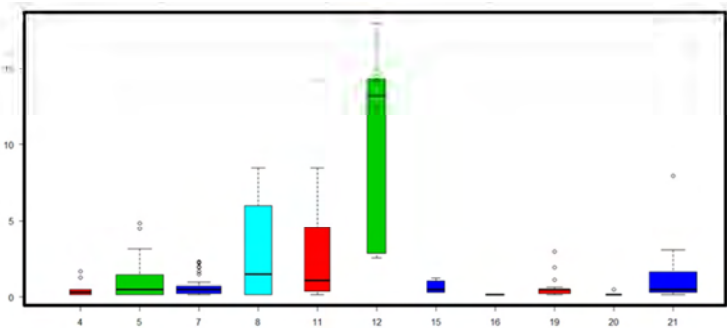
Conductivité
($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)



Altitude
(m)



Nitrate
($\text{mg}(\text{NO}_3)\cdot\text{L}^{-1}$)



COD
($\text{mg}(\text{C})\cdot\text{L}^{-1}$)

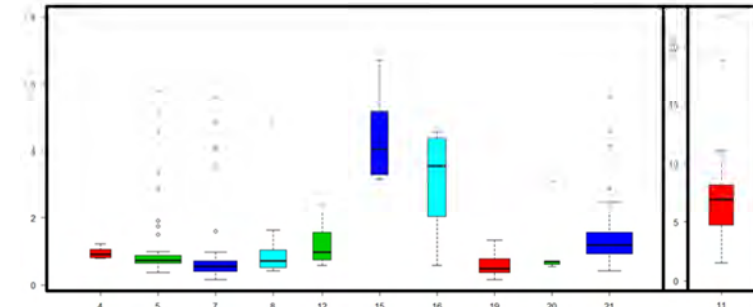


Figure 25. Boxplots des paramètres non utilisés par l'ARM (ou ne faisant pas partie de la matrice de départ) selon les groupes retenus.

L'exploration des paramètres non conservés dans la matrice de départ, ou non retenus par l'analyse pour la structuration de l'arbre retenu (figure 25), permet d'affiner la classification des stations de chaque groupe. A la lecture des différents boxplots produits, des rapprochements selon les paramètres abiotiques peuvent être faits entre les différents groupes de l'ARM. Les conditions environnementales de chaque groupe sont synthétisées sur la figure 26. Les bornes sont représentées par les valeurs du 1^{er} et du 3^{ème} quartile du groupe pour chaque paramètre choisi.

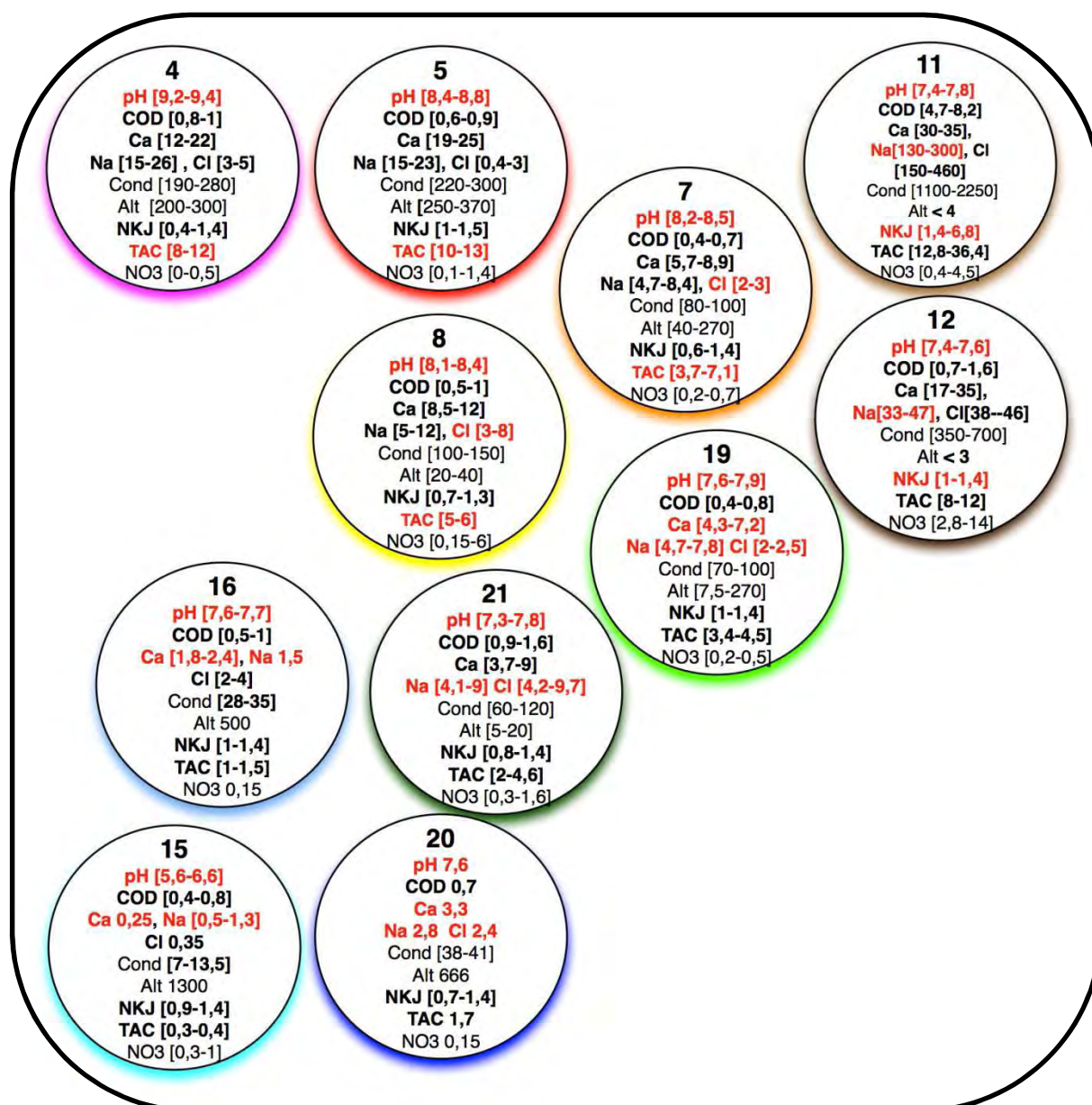


Figure 26. Synthèse des valeurs des paramètres abiotiques selon les groupes finaux de l'ARM.

Le groupe 11 s'isole facilement des autres avec des concentrations en azote Kjeldahl et en Carbone Organique Dissous élevées, des concentrations ioniques élevées et donc des conductivités fortes. Les stations concernées sont toutes situées sur la côte à faible altitude. Il s'agit du groupe de relevés marquant la plus forte influence de pollutions organiques (principalement rejets de STEPs, et plus occasionnellement pollutions domestiques, de sucrerie...).

Le groupe 12, s'en éloigne notamment par rapport aux concentrations en azote Kjeldahl, les valeurs des concentrations ioniques sont encore élevées, mais plus faibles que le groupe 11. Ils ont des pH et une altitude équivalents. Ce groupe est principalement marqué par un enrichissement anthropique en nutriments minéraux, les concentrations en nitrates y étant plus élevées que dans les autres groupes.

Les groupes 16 et 20 sont très proches entre eux avec des altitudes supérieures à 600 m et une composition ionique et un pH équivalents. Le groupe 15 se rapproche des deux groupes précédents, mais avec un pH acide, des concentrations ioniques encore plus faibles et une altitude plus élevée.

Les groupes 7, 8, 19 et 21 sont très ressemblants. La différence se fait principalement sur le pH, les groupes 7 et 8 ont des eaux plus basiques que les groupes 19 et 21. Ce paramètre excepté, les groupes 7 et 19 ont des gammes de valeurs équivalentes concernant les compositions ioniques, le TAC et l'altitude. Le même schéma s'applique pour les groupes 8 et 21. Ces deux sous-groupes (7-19 et 8-21) se différencient par leurs concentrations en ion chlorures (plus élevées pour les groupes 8 et 21) et aussi selon leur altitude (plus basses pour les groupes 8 et 21). Parmi ces quatre groupes assez proches, le groupe 8 se distingue par son niveau plus élevé de nitrates, sous influence anthropique amont (pollution diffuse agricole, rejets domestiques diffus minéralisés...).

Les groupes 4 et 5 sont proches, la différenciation se fait au niveau du pH ($\text{pH} \geq 9$ pour le groupe 4) et au niveau des ions chlorures dont la concentration est un peu plus élevée sur les relevés du groupe 4.

La distribution géographique des différents groupes selon les différentes campagnes de prélèvements est illustrée par la figure 27.

Géographiquement, la répartition selon l'appartenance aux groupes permet de définir plusieurs zones :

- la zone des cirques composée essentiellement par les relevés des groupes 4 et 5,
- la zone Sud avec les groupes 7 et 19,
- les zones où les groupes 11 et 12 sont présents qui sont toujours très proches de la côte,
- la zone des groupes 15, 16 et 20 qui correspond à une zone d'un ancien cirque qui a été comblé,
- la zone Est, avec une dominance du groupe 21 sur les cours d'eau de versants,
- la zone Nord, avec une combinaison des groupes 7 et 8, se rapproche, selon les dates de prélèvement, de la Ravine Saint Gilles à l'Ouest ou de la zone Sud.

Le changement de groupe typologique à un même site selon les campagnes de prélèvement peut avoir pour origine un niveau de minéralisation et de dilution de la colonne d'eau différent en liaison avec l'hydrologie de l'année, les conditions de température *in situ* etc... A la Réunion, les caractéristiques saisonnières existent (saison sèche, saison humide) mais restent assez fortement marquées par l'influence de séries interannuelles plus ou moins arrosées qui influent sur le niveau du soutien hydrologique. Aussi, une alternance réellement explicable par l'influence pure de la saison ne se rencontre que sur le Bras de La Plaine.

Le découpage strictement abiotique des HER défini par Wasson *et al.* (2004), basé en premier lieu sur le climat, la morphologie et la géologie (chapitre 2, figures 9 et 11), constitue une formalisation de conditions naturelles pouvant exercer une influence structurante sur les assemblages biologiques aux sites non ou peu impactés par l'anthropisation. Cependant, cette influence structurante n'est probablement pas la même pour des compartiments animaux, très influencés par les caractéristiques physiques des habitats et les diatomées, plus influencées par les conditions hydrochimiques dans la rivière. Sa pertinence n'est probablement pas la même selon le maillon biologique considéré et nécessite d'être ré-examinée au vu de la réalité de la structuration qu'elle exerce sur chacun d'entre eux.

Dans notre cas, concernant les diatomées benthiques, les résultats de la typologie HER ne sont pas exactement comparables à ceux de l'ARM, qui se construit à la fois sur les paramètres physico-chimiques de l'eau (certains naturels, d'autres liés à la pression d'anthropisation) et la composition des relevés diatomiques (qui subit aussi ces deux types d'influences).

Les points de convergence et les différences entre ces deux typologies sont examinés plus en détail :

- Les sites proches de la côte appartiennent surtout à l'HER 1 (Versants Sud-Ouest secs) et à l'HER 5 (Rivière Sainte Suzanne au village Després). Ces stations, choisies pour les pressions qu'elles subissent, ressortent surtout par rapport à leurs concentrations ioniques et les paramètres de pollution anthropiques suivis, et non pas selon les facteurs discriminants naturels ayant servi à séparer les différentes HER
- Les cirques de l'HER 2 (Mafate et Cilaos) et Salazie, qui appartient à l'HER 4, ne forment plus qu'une entité avec l'analyse ARM. Alors que l'HER4 est beaucoup plus arrosée que l'HER 2, la géomorphologie des bassins versants avec un écoulement convergent dans un canyon semble ressortir par rapport au paramètre pluviométrie.
- L'autre partie de l'HER 4 (« cirques Sud », Rivière Langevin et Remparts) se retrouve associée avec la partie Sud de l'HER 5 (partie aval de la Rivière des Marsouins et Rivière de l'Est). Ces stations échantillonnées appartiennent toutes à des zones bien arrosées et se situent à l'aval de bassins versants bien allongés.
- Les stations restantes de l'HER 5 (Rivières des Roches et ses affluents et Rivière Saint Jean), ainsi que la Rivière Sainte Suzanne (HER 3) forment le groupe 21. La Rivière Sainte Suzanne subit des précipitations plus élevées que la Rivière Saint Denis et que la Rivière des Pluies, toutes trois pourtant associées dans l'HER 3. Sa pluviométrie semble plutôt la rapprocher des sites de l'HER 5 avec lesquelles elle est associée par l'ARM.
- Les stations du Nord (Rivière Saint Denis et Rivière des Pluies) sont des rivières de versants avec un climat intermédiaire entre l'Ouest sec et l'Est arrosé. Selon les dates des campagnes de prélèvement et les caractéristiques de la tendance climatique interannuelle (il s'agit de la zone de transition climatique Nord), elles se rapprochent bien selon l'ARM des zones Sud ou Ouest.
- La physico-chimie de l'eau et les cortèges diatomiques sur le Bras des Lianes, la Ravine de l'Etang et la Rivière des Marsouins en amont sont tellement différents des autres stations qu'ils ne répondent pas à la logique de séparation utilisée pour l'élaboration des différentes HER.

Au final, la zonation HER proposée comme trame naturelle de fond par Wasson *et al.* (2004) se révèle assez peu explicative de la typologie des assemblages diatomiques produite par l'ARM. Elle ne correspond donc pas à une trame naturelle suffisamment pertinente pour expliquer la composition des communautés de ce maillon biologique.

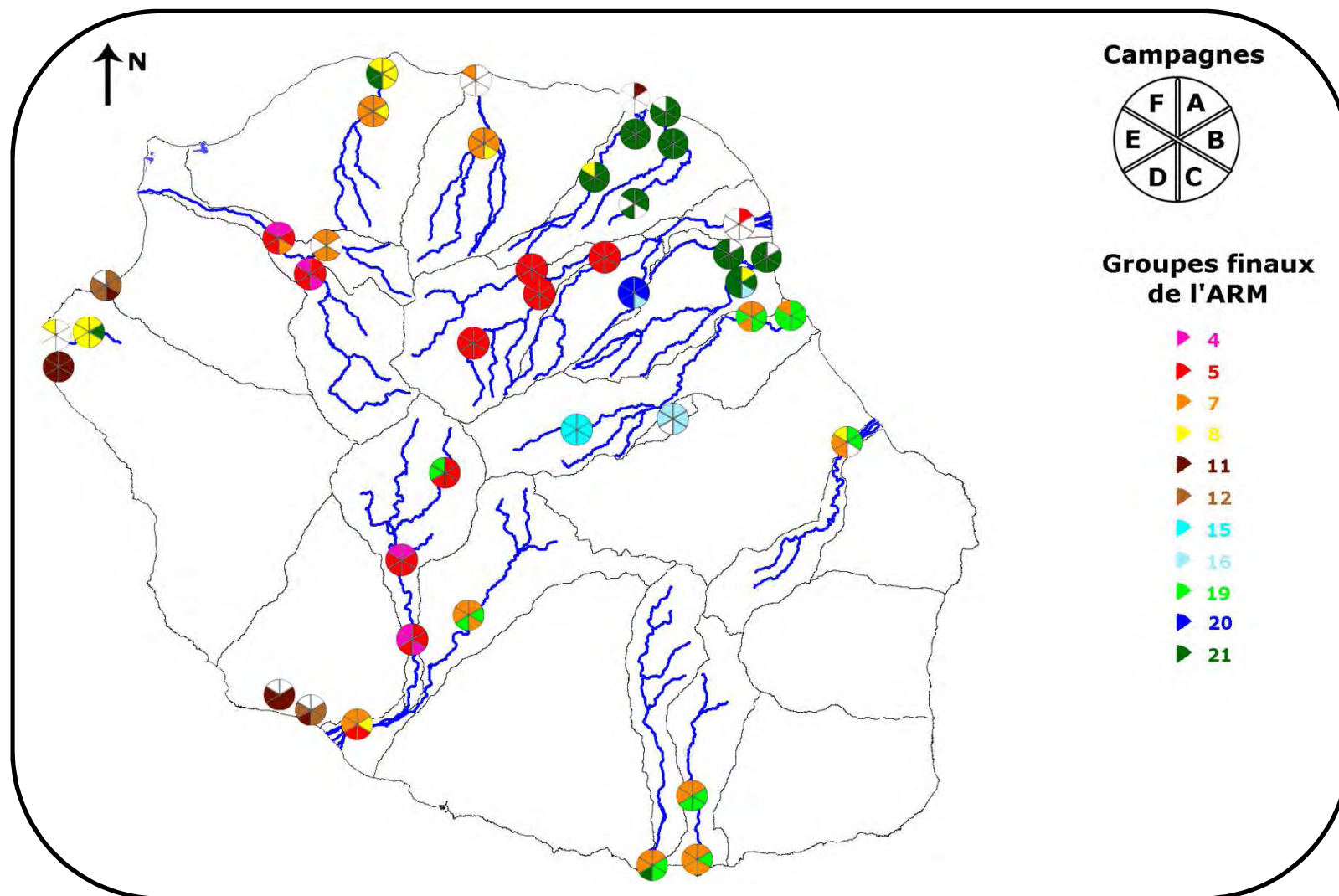


Figure 27. Représentation géographique des différents relevés selon leur appartenance aux groupes finaux et selon les campagnes.

3.1.5 Les espèces discriminantes

Les espèces dites discriminantes sont celles répondant au mieux aux variables primaires de l'arbre définies à chaque nœud, c'est-à-dire qui contribuent le moins à l'erreur relative et qui contribuent le plus à la variance expliquée (Tableau 9). Ces espèces auront une abondance très différente d'un groupe à un autre au sein d'une même bipartition. Une corrélation (qui n'implique pas automatiquement une relation déterministe de causalité) s'établit entre une espèce discriminante et la variable explicative utilisée. La représentation finale de l'arbre est illustrée figure 28 avec pour chaque nœud, le numéro du nœud, le seuil retenu, les espèces discriminantes retenues et le numéro de chaque groupe final obtenu.

11 espèces discriminantes ont été extraites au cours de la fabrication de l'arbre. Il s'agit de *Achnantheidium palmeti* sp. nov. (ADBE), *A. sp. n°4* (ADPN), *Cocconeis euglypta* (CEUG), *Epithemia adnata* (EADN), *Eunotia minor* (EMIN), *Geissleria bourbonensis* (GBBO), *Gomphonema clevei* (GCLE), *Nitzschia inconspicua* (NINC), *N. soratensis* (NSTS), *N. tropica* (NTRO), *N. sp. n°36* (NZBO) et *Rhopalodia hirundiniformis* (RHIR).

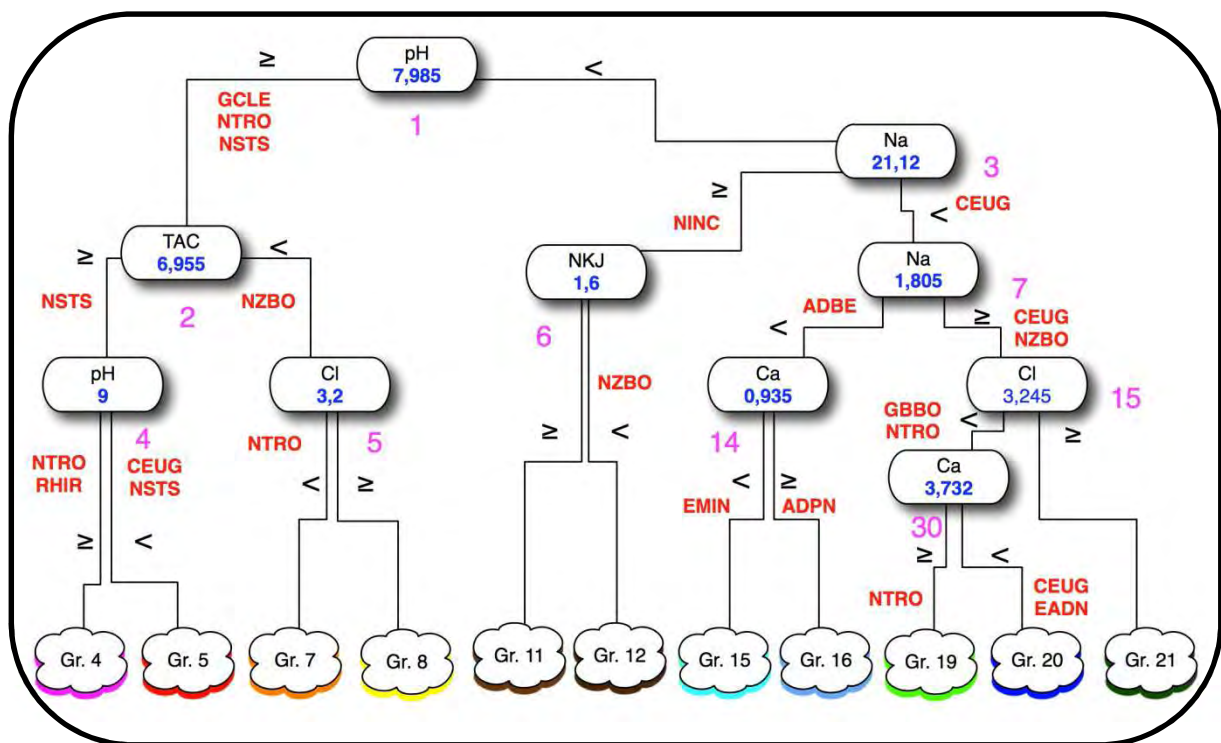


Figure 28. Les espèces discriminantes et leurs répartitions dans l'ARM.

Tableau 9. Contribution des espèces discriminantes.

Nœud	Code taxon	% de variance expliquée	A gauche	Adroite
	<i>Gomphonema clevei</i>	13,40	0,26	0,07
1	<i>Nitzschia tropica</i>	31,96	0,39	0,10
	<i>Nitzschia soratensis</i>	14,01	0,23	0,04
2	<i>Nitzschia soratensis</i>	37,61	0,38	0,09
	<i>Nitzschia sp. n°36</i>	20,20	0,03	0,24
3	<i>Cocconeis euglypta</i>	11,36	0,03	0,25
	<i>Nitzschia inconspicua</i>	33,60	0,39	0,00
	<i>Cocconeis euglypta</i>	15,37	0,15	0,41
4	<i>Nitzschia tropica</i>	27,68	0,60	0,26
	<i>Nitzschia soratensis</i>	18,42	0,15	0,43
	<i>Rhopalodia hirundiniformis</i>	22,89	0,42	0,10
5	<i>Nitzschia tropica</i>	39,91	0,54	0,25
6	<i>Nitzschia sp. n°36</i>	56,06	0,02	0,61
	<i>Achnantheidium palmeti</i>	18,12	0,31	0,01
7	<i>Cocconeis euglypta</i>	10,87	0,06	0,29
	<i>Nitzschia sp. n°36</i>	11,10	0,04	0,28
14	<i>Achnantheidium sp. n°4</i>	29,26	0,01	0,56
	<i>Eunotia minor</i>	16,04	0,41	0,00
15	<i>Geissleria bourbonensis</i>	14,75	0,21	0,03
	<i>Nitzschia tropica</i>	22,54	0,29	0,06
	<i>Cocconeis euglypta</i>	17,39	0,26	0,60
30	<i>Epithemia adnata</i>	12,90	0,01	0,30
	<i>Nitzschia tropica</i>	19,10	0,36	0,00

3.2 La détermination des espèces indicatrices

3.2.1 La méthode IndVal

Les espèces indicatrices sont caractéristiques de groupes de sites. A partir des différents groupes de l'ARM, la méthode IndVal (Dufrêne & Legendre 1997) a été appliquée. Les calculs ont été effectués à partir des abondances relatives et non avec une matrice de présence-absence. Une espèce sera d'autant plus indicatrice qu'elle appartient à un seul groupe (spécificité=A) et si elle est présente sur les sites de ce groupe (fidélité=B). La valeur indicatrice, IndVal, est le produit de A par B. A est la moyenne de l'abondance de l'espèce considérée dans le groupe considéré divisée par la somme des valeurs moyennes de tous les groupes. B est la fréquence relative d'occurrence de l'espèce dans le groupe considéré. De Càceres (2009) préfère l'emploi des termes de contribution pour A et de bioindication pour B pour éviter les confusions avec les termes employés en phytosociologie. Une espèce est d'autant plus bio-indicatrice quand elle a une bonne valeur prédictive (A élevée) et qu'elle peut être facilement trouvée (B élevée).

Les résultats IndVal concernant les 11 groupes définis par l'ARM sont regroupés dans le tableau suivant. 124 espèces sont considérées comme espèces indicatrices par cette méthode (Tableau 10). La valeur IndVal.g correspond à la racine carrée de la valeur IndVal.

Les taxons avec l'IndVal le plus élevé pour chacun des groupes ont été choisis pour montrer leur distribution selon différents paramètres. Les exemples des paramètres altitude et concentration en calcium (figures 29 et 30) montrent bien une répartition plus ou moins étendue (notion d'ubiquité) selon les taxons appartenant aux différents groupes.

3. Les communautés

Tableau 10. Les espèces indicatrices (méthode IndVal) des 11 groupes finaux retenus par l'ARM.

Groupe 4					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
RHIR	0,460	1,000	0,460	0,678	0,001
GMMI	0,721	0,556	0,401	0,633	0,002
NPCR	0,449	0,889	0,399	0,631	0,001
GCLE	0,342	1,000	0,342	0,585	0,003
NTR0	0,338	1,000	0,338	0,581	0,001

Groupe 5					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
NSTS	0,641	0,978	0,627	0,792	0,001
CAEX	0,493	0,711	0,350	0,592	0,004
NDIS	0,647	0,533	0,345	0,588	0,003
DVUL	0,544	0,489	0,266	0,516	0,019
NTPT	0,389	0,578	0,225	0,474	0,013
NFON	0,446	0,489	0,218	0,467	0,022
ECIL	0,950	0,222	0,211	0,459	0,020
CPED	0,501	0,378	0,189	0,435	0,038

Groupe 7					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
Aucun					

Groupe 8					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
EORU	0,556	0,933	0,519	0,720	0,001
GMIN	0,511	0,867	0,443	0,665	0,001
NESC	0,542	0,667	0,362	0,601	0,004
NCRY	0,452	0,667	0,301	0,549	0,012
NGRE	0,359	0,800	0,287	0,536	0,017
NVDA	0,489	0,533	0,261	0,511	0,029
NSOL	0,477	0,533	0,254	0,504	0,028
FRA1	0,334	0,733	0,245	0,495	0,021
CDMN	0,847	0,267	0,226	0,475	0,019
NIPF	0,947	0,200	0,189	0,435	0,013

Groupe 19					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
PTLA	0,602	0,800	0,482	0,694	0,001
GBBO	0,566	0,700	0,396	0,629	0,010
GMA5	0,535	0,600	0,321	0,566	0,029

Groupe 20					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
GBRA	0,804	1,000	0,804	0,897	0,001
EADN	0,782	1,000	0,782	0,884	0,001
GARB	0,687	0,800	0,550	0,742	0,001
NXX5	0,847	0,600	0,508	0,713	0,001
CEUG	0,356	1,000	0,356	0,596	0,001
GAGV	0,865	0,400	0,346	0,588	0,003
COC1	0,856	0,400	0,342	0,585	0,003
PRS1	0,321	1,000	0,321	0,566	0,010
NCRX	0,756	0,400	0,302	0,550	0,011
NZS9	0,572	0,400	0,229	0,478	0,020
GOM6	1,000	0,200	0,200	0,447	0,026
FRA6	0,949	0,200	0,190	0,436	0,035
NZY2	0,878	0,200	0,176	0,419	0,024

Groupe 21					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
PRBU	0,864	0,867	0,749	0,865	0,001
CTRO	0,745	0,489	0,364	0,604	0,021
MVAR	0,371	0,867	0,322	0,567	0,009
AMUS	0,490	0,578	0,283	0,532	0,012
EOMI	0,279	1,000	0,279	0,528	0,015
ESLE	0,830	0,333	0,277	0,526	0,005
ARPT	0,387	0,689	0,266	0,516	0,023
NAS2	0,493	0,444	0,219	0,468	0,049
NQD3	0,733	0,244	0,179	0,423	0,046

Groupe 15					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
BBRE	1,000	1,000	1,000	1,000	0,001
CRCD	1,000	1,000	1,000	1,000	0,001
EMIN	0,994	1,000	0,994	0,997	0,001
KBEB	0,992	1,000	0,992	0,996	0,001
STB1	0,973	1,000	0,973	0,987	0,001
EEXI	0,998	0,833	0,832	0,912	0,001
CHS1	0,992	0,833	0,826	0,909	0,001
ESTI	1,000	0,667	0,667	0,817	0,001
FCRS	1,000	0,667	0,667	0,817	0,001
CSBM	1,000	0,500	0,500	0,707	0,001
FRU4	1,000	0,500	0,500	0,707	0,001
EBOT	0,999	0,500	0,500	0,707	0,001
EBI2	0,999	0,500	0,499	0,707	0,001
FRU6	0,980	0,500	0,490	0,700	0,001
EUN9	0,978	0,500	0,489	0,699	0,001
NUP1	1,000	0,333	0,333	0,577	0,002
EBI1	0,989	0,333	0,329	0,574	0,002
FRU1	0,902	0,333	0,301	0,548	0,004
ENS1	0,758	0,333	0,253	0,503	0,010
CSMU	1,000	0,167	0,167	0,408	0,048
EUN8	1,000	0,167	0,167	0,408	0,048
EUNZ	1,000	0,167	0,167	0,408	0,049
FRU5	1,000	0,167	0,167	0,408	0,048
NXX3	1,000	0,167	0,167	0,408	0,049
CHS3	0,957	0,167	0,160	0,399	0,040
EUN5	0,833	0,167	0,139	0,373	0,047

Groupe 11					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
NINC	0,702	0,846	0,594	0,771	0,001
ADEG	0,796	0,692	0,551	0,742	0,001
CMEN	0,804	0,615	0,495	0,704	0,001
NAS8	0,685	0,615	0,422	0,649	0,002
GPAS	0,910	0,462	0,420	0,648	0,002
MAPE	0,835	0,462	0,385	0,621	0,028
NSN1	0,985	0,385	0,379	0,616	0,001
NMIC	1,000	0,308	0,308	0,555	0,005
CATO	0,992	0,308	0,305	0,552	0,006
FSAP	0,546	0,538	0,294	0,542	0,016
NVEN	0,910	0,308	0,280	0,529	0,008
NRIE	0,908	0,308	0,279	0,529	0,006
FPYG	1,000	0,231	0,231	0,480	0,008
KAAM	1,000	0,231	0,231	0,480	0,007
NBRL	1,000	0,231	0,231	0,480	0,008
NGR1	1,000	0,231	0,231	0,480	0,007
NNYS	1,000	0,231	0,231	0,480	0,007
NZSU	0,988	0,231	0,228	0,477	0,017
NUMB	0,981	0,231	0,226	0,476	0,010
NZX0	0,971	0,231	0,224	0,473	0,023
STHE	0,933	0,231	0,215	0,464	0,013
DPUE	0,925	0,231	0,214	0,462	0,009
ESBM	0,620	0,308	0,191	0,437	0,036
ACOP	0,822	0,231	0,190	0,436	0,035
TAP1	0,571	0,308	0,176	0,419	0,030
NXX1	1,000	0,154	0,154	0,392	0,043
FMER	0,992	0,154	0,153	0,391	0,042

Groupe 16					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
ECP1	0,999	0,857	0,857	0,926	0,001
ADNA	0,599	1,000	0,599	0,774	0,001
ADBE	0,601	0,857	0,515	0,718	0,001
ADCT	0,814	0,571	0,465	0,682	0,001
FRA2	0,433	0,857	0,371	0,609	0,003
NNOT	0,494	0,714	0,353	0,594	0,002
EUN2	1,000	0,286	0,286	0,535	0,004
FRA3	0,392	0,714	0,280	0,529	0,019
GSCL	0,404	0,571	0,231	0,480	0,021

Groupe 12					
Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value
HGHA	0,794	0,857	0,681	0,825	0,001
NAS3	0,994	0,571	0,568	0,754	0,001
NZB0	0,502	1,000	0,502	0,709	0,001
HVEN	0,986	0,429	0,423	0,650	0,002
SMN1	0,962	0,429	0,412	0,642	0,001
TDEB	0,920	0,429	0,394	0,628	0,002
NFIC	0,830	0,429	0,356	0,596	0,004
APED	0,346	1,000	0,346	0,588	0,002
DSUN	1,000	0,286	0,286	0,535	0,002
NSLC	0,642	0,429	0,275	0,525	0,006
NJUA	0,951	0,286	0,272	0,521	0,010
SPIN	0,611	0,429	0,262	0,512	0,013
GSC2	0,863	0,286	0,246	0,496	0,009
NZS7	0,785	0,286	0,224	0,474	0,012

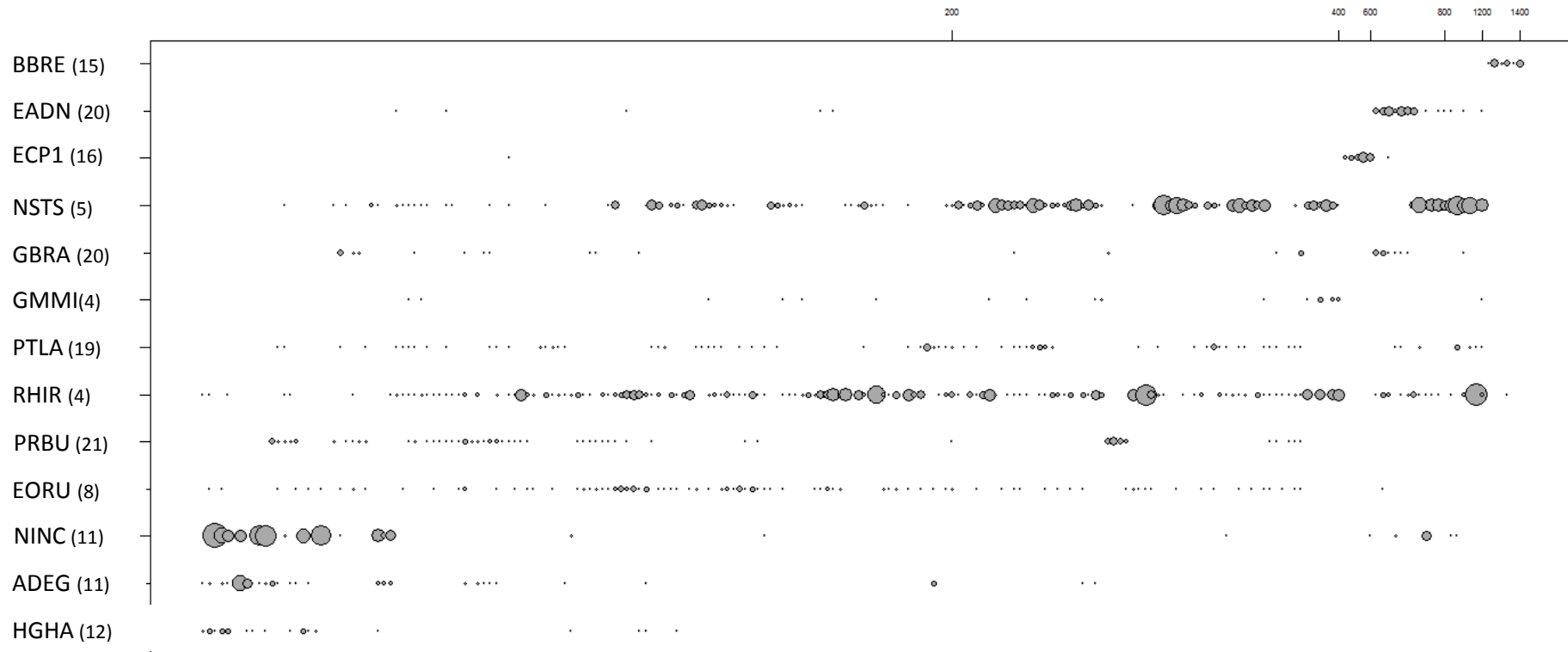


Figure 29. Les espèces indicatrices (IndVal le plus élevé) de chaque groupe et leurs répartitions selon l'altitude. Entre parenthèses est indiqué le numéro du groupe auquel appartient le taxon (code).

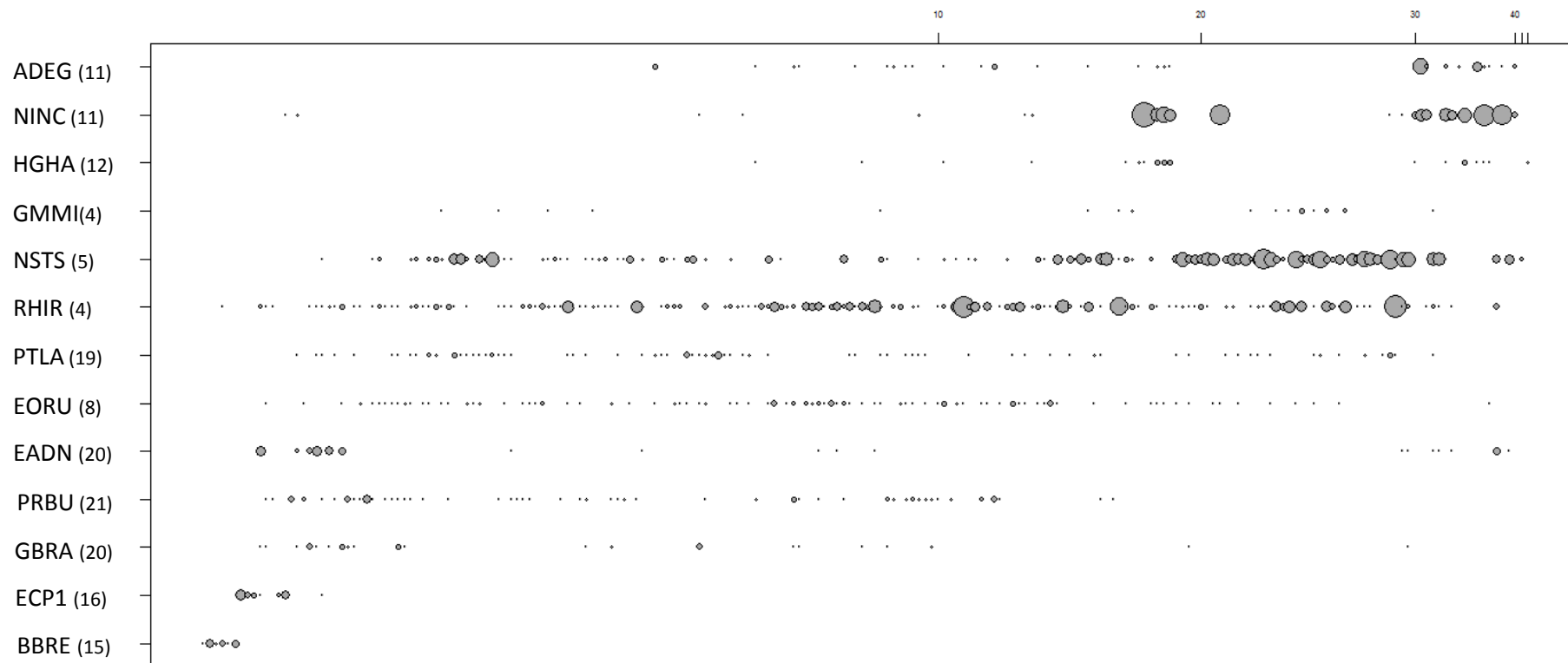


Figure 30. Les espèces indicatrices (IndVal le plus élevé) de chaque groupe et leurs répartitions selon la concentration en Calcium. Entre parenthèses est indiqué le numéro du groupe auquel appartient le taxon (code).

3.2.2 Une extension de la méthode originale IndVal (De Càceres, 2010) – « IndVal multipattern »

L'analyse des espèces bio-indicatrices peut être améliorée en considérant l'ensemble des combinaisons possibles entre les groupes de sites et ainsi pouvoir sélectionner la combinaison pour laquelle certaines espèces seront de meilleures indicatrices (De Càceres 2010). Cette méthode prend en compte le fait que la taille de la niche écologique varie selon les espèces (Tsiripidis *et al.* 2009). Ainsi, certaines sont inféodées à un groupe alors que d'autres peuvent être associées à plusieurs groupes. Une classification des sites peut être trop rigide pour indiquer les préférences de niches des espèces du groupe. Cette méthode considère toute la structure de la classification du niveau le plus élevé jusqu'aux groupes finaux. Pour chaque espèce, la combinaison qui sera retenue et testée, avec une signification statistique, est celle qui a l'association la plus forte.

Tableau 11. Les espèces indicatrices selon la méthode « IndVal multipattern ».
(les lignes grisées indiquent les changements de combinaisons de regroupement)

Appartenance à 9 groupes							
	Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value	Appartenance au Groupes
<i>Eolimna minima</i>	EOMI	0,999	0,761	0,761	0,872	0,001	5+7+8+11+12+16+19+20+21
Appartenance à 8 groupes							
	Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value	Appartenance au Groupes
<i>Cocconeis euglypta</i>	CEUG	0,993	0,979	0,972	0,986	0,001	4+5+7+8+16+19+20+21
Appartenance à 7 groupes							
	Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value	Appartenance au Groupes
<i>Navicula cryptotenella</i>	NCTE	0,991	0,680	0,674	0,821	0,001	4+5+7+8+16+19+21
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	RABB	0,949	0,492	0,467	0,683	0,028	5+7+8+12+19+20+21
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	FVAU	0,984	0,576	0,567	0,753	0,001	5+7+8+16+19+20+21
Appartenance à 6 groupes							
	Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value	Appartenance au Groupes
<i>Rhopalodia hirundiniformis</i>	RHIR	0,942	0,799	0,752	0,867	0,001	4+5+7+8+19+20
<i>Nitzschia palea</i>	NPAL	0,961	0,388	0,373	0,611	0,015	4+5+8+11+12+21
Appartenance à 5 groupes							
	Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value	Appartenance au Groupes
<i>Nitzschia tropica</i>	NTRO	0,974	0,899	0,876	0,936	0,001	4+5+7+8+19
<i>Gomphonema clevei</i>	GCLE	0,953	0,845	0,805	0,897	0,001	4+5+7+8+19
<i>Amphora pediculus</i>	APED	0,955	0,562	0,537	0,733	0,001	4+5+8+11+12
<i>Geissleria mascarenicensis</i>	GMAS	0,891	0,536	0,477	0,691	0,001	4+8+16+19+20
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	GPRI	0,860	0,564	0,485	0,696	0,014	5+8+12+20+21
<i>Nitzschia</i> sp. n°36	NZBO	0,952	0,866	0,824	0,908	0,001	7+8+12+19+21
<i>Navicula gregaria</i>	NGRE	0,969	0,543	0,526	0,725	0,001	7+8+12+19+21
<i>Achnanthisidium subhudsonis</i>	ADSH	0,976	0,559	0,546	0,739	0,002	7+8+16+19+21
<i>Planothidium rostratum</i> form. 1	PRS1	0,937	0,633	0,593	0,770	0,001	8+12+16+20+21
<i>Geissleria bourbonensis</i>	GBOB	0,851	0,544	0,463	0,680	0,005	8+12+16+20+21
Appartenance à 4 groupes							
	Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value	Appartenance au Groupes
<i>Nitzschia fonticola</i>	NFON	0,941	0,337	0,317	0,563	0,006	4+5+8+19
<i>Ulnaria lanceolata</i>	ULAN	0,778	0,500	0,389	0,624	0,009	4+16+20+21
<i>Caloneis fontinalis</i>	CFON	0,947	0,321	0,304	0,552	0,04	5+8+12+21
<i>Eolimna ruttneri</i>	EORU	0,898	0,589	0,529	0,727	0,001	7+8+12+21
<i>Gomphonema bourbonense</i>	GBBO	0,938	0,588	0,551	0,742	0,001	7+8+19+20
<i>Sellaphora seminulum</i>	SSEM	0,847	0,516	0,437	0,661	0,005	8+11+19+21
<i>Achnanthes rupestroides</i>	ARPT	0,881	0,595	0,524	0,724	0,001	8+12+16+21
<i>Melosira varians</i>	MVAR	0,896	0,875	0,784	0,885	0,001	8+16+20+21
<i>Fragilaria</i> sp. n°2	FRA2	0,959	0,625	0,600	0,774	0,001	8+16+20+21
<i>Fragilaria</i> sp. n°1	FRA1	0,799	0,611	0,488	0,699	0,001	8+16+20+21

Tableau 12. Les espèces indicatrices selon la méthode « IndVal multipattern » (suite).

	Code taxon	Appartenance à 3 groupes					Appartenance au Groupes
		A	B	Indval	Indval.g	p.value	
<i>Navicula capitatoradiata</i>	NCPR	0,845	0,710	0,600	0,775	0,001	4+5+8
<i>Navicula tripunctata</i>	NTPT	0,829	0,493	0,408	0,639	0,001	4+5+8
<i>Cocconeis pediculus</i>	CPED	0,982	0,377	0,370	0,608	0,001	4+5+8
<i>Nitzschia soratensis</i>	NSTS	0,873	0,932	0,814	0,902	0,001	4+5+19
<i>Diademesis confervacea</i>	DCOF	0,935	0,397	0,371	0,609	0,006	8+11+21
<i>Navicula escambia</i>	NESC	0,950	0,567	0,539	0,734	0,001	8+12+21
<i>Adlafia muscora</i>	AMUS	0,898	0,508	0,456	0,675	0,001	8+16+21
<i>Navicula sp. n°2</i>	NAS2	0,895	0,425	0,380	0,617	0,006	8+19+21
<i>Diademesis contenta</i>	DCOT	0,937	0,375	0,351	0,593	0,019	8+19+21
<i>Mayamaea permitis</i>	MAPE	0,924	0,425	0,393	0,627	0,048	11+12+19
<i>Achnantheidium sp. n°4</i>	ADNA	0,914	0,807	0,738	0,859	0,001	16+20+21
		Appartenance à 2 groupes					
	Code taxon	A	B	Indval	Indval.g	p.value	Appartenance au Groupes
<i>Cymbella excisa</i>	CAEX	0,935	0,685	0,641	0,800	0,001	4+5
<i>Diatoma vulgare</i>	DVUL	0,892	0,500	0,446	0,668	0,002	4+5
<i>Gomphonema minutum</i>	GMIN	0,783	0,567	0,444	0,666	0,003	5+8
<i>Nitzschia dissipata</i>	NDIS	0,871	0,467	0,406	0,638	0,001	5+8
<i>Fistulifera saprophila</i>	FSAP	0,939	0,328	0,308	0,555	0,012	5+11
<i>Staurosirella aff. pinnata</i>	SPIN	0,956	0,318	0,304	0,552	0,007	8+12
<i>Cymbella tropica</i>	CTRO	0,892	0,467	0,416	0,645	0,01	8+21
<i>Navicula aff. cryptocephala</i>	NCRY	0,795	0,517	0,411	0,641	0,002	8+21
<i>Navicula vandamii</i>	NVDA	0,878	0,417	0,366	0,605	0,008	8+21
<i>Nitzschia inconspicua</i>	NINC	0,980	0,700	0,686	0,828	0,001	11+12
<i>Achnantheidium exiguum</i>	ADEG	0,913	0,700	0,639	0,800	0,001	11+12
<i>Navicula salinicola</i>	NSLC	1,000	0,350	0,350	0,592	0,003	11+12
<i>Achnantheidium palmeti sp. nov.</i>	ADBE	0,985	0,923	0,909	0,953	0,001	15+16
<i>Gomphonema afrohobicum</i>	GARB	0,960	0,667	0,640	0,800	0,001	16+20
<i>Navicula notha</i>	NNOT	0,848	0,667	0,565	0,752	0,001	16+20
<i>Fragilaria sp. n°3</i>	FRA3	0,723	0,583	0,422	0,650	0,001	16+20

Tableau 13. Les espèces indicatrices selon la méthode « IndVal multipattern » (suite).

Taxon	Code taxon	Appartenance à 1 groupe					Appartenance au Groupe
		A	B	Indval	Indval.g	p.value	
<i>Gomphoneis minuta</i>	GMMI	0,721	0,556	0,401	0,633	0,004	4
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	CMEN	0,804	0,615	0,495	0,704	0,002	11
<i>Navicula</i> sp. n°8	NAS8	0,685	0,615	0,422	0,649	0,002	11
<i>Gomphonema parvulum</i> f. <i>saprophilum</i>	GPAS	0,910	0,462	0,420	0,648	0,001	11
<i>Nitzschia</i> sp. n°37	NSN1	0,985	0,385	0,379	0,616	0,001	11
<i>Nitzschia microcephala</i>	NMIC	1,000	0,308	0,308	0,555	0,006	11
<i>Cyclotella atomus</i>	CATO	0,992	0,308	0,305	0,552	0,008	11
<i>Halamphora ghanensis</i>	HGHA	0,794	0,857	0,681	0,825	0,001	12
<i>Navicula</i> sp. n°3	NAS3	0,994	0,571	0,568	0,754	0,001	12
<i>Halamphora veneta</i>	HVEN	0,986	0,429	0,423	0,650	0,001	12
<i>Seminavis</i> sp. n°1	SMN1	0,962	0,429	0,412	0,642	0,001	12
<i>Tryblionella debilis</i>	TDEB	0,920	0,429	0,394	0,628	0,002	12
<i>Nitzschia conferta</i>	NFIC	0,830	0,429	0,356	0,596	0,002	12
<i>Brachystra brebissonii</i>	BBRE	1,000	1,000	1,000	1,000	0,001	15
<i>Crucicostulifera bebourensis</i> sp. nov.	CRCD	1,000	1,000	1,000	1,000	0,001	15
<i>Eunotia minor</i>	EMIN	0,994	1,000	0,994	0,997	0,001	15
<i>Kobayasiella bebourensis</i>	KBEB	0,992	1,000	0,992	0,996	0,001	15
<i>Stenopterobia</i> sp. n°1	STB1	0,973	1,000	0,973	0,987	0,001	15
<i>Eunotia exigua</i>	EEXI	0,998	0,833	0,832	0,912	0,001	15
<i>Chamaepinnularia</i> sp. n°1	CHS1	0,992	0,833	0,826	0,909	0,001	15
<i>Encyonema stigmatoidum</i>	ESTI	1,000	0,667	0,667	0,816	0,001	15
<i>Frustulia crassinervia</i>	FCRS	1,000	0,667	0,667	0,816	0,001	15
<i>Craticula submolesta</i>	CSBM	1,000	0,500	0,500	0,707	0,001	15
<i>Frustulia</i> sp. n°4	FRU4	1,000	0,500	0,500	0,707	0,001	15
<i>Eunotia botuliformis</i>	EBOT	0,999	0,500	0,500	0,707	0,001	15
<i>Eunotia bilunaris</i> form. 2	EBI2	0,999	0,500	0,499	0,707	0,001	15
<i>Frustulia</i> sp. n°6	FRU6	0,980	0,500	0,490	0,700	0,001	15
<i>Eunotia</i> sp. n°9	EUN9	0,978	0,500	0,489	0,699	0,001	15
<i>Nupela</i> sp. n°1	NUP1	1,000	0,333	0,333	0,577	0,001	15
<i>Eunotia bilunaris</i> form. 1	EBI1	0,989	0,333	0,329	0,574	0,001	15
<i>Frustulia</i> sp. n°1	FRU1	0,902	0,333	0,301	0,548	0,003	15
<i>Encyonopsis palmeti</i> sp. nov.	ECP1	0,999	0,857	0,857	0,926	0,001	16
<i>Achnanthydium catenatum</i>	ADCT	0,814	0,571	0,465	0,682	0,002	16
<i>Planothidium lanceolatum</i>	PTLA	0,602	0,800	0,482	0,694	0,001	19
<i>Gomphonema brasiliense</i> subsp. <i>pacificum</i>	GBRA	0,804	1,000	0,804	0,897	0,001	20
<i>Epithemia adnata</i>	EADN	0,782	1,000	0,782	0,884	0,001	20
<i>Navicula</i> sp. n°15	NXX5	0,847	0,600	0,508	0,713	0,001	20
<i>Gomphonema angustivalva</i>	GAGV	0,865	0,400	0,346	0,588	0,001	20
<i>Cocconeis</i> sp. n°1	COC1	0,856	0,400	0,342	0,585	0,003	20
<i>Navicula</i> aff. <i>crassulexigua</i>	NCRX	0,756	0,400	0,302	0,550	0,010	20
<i>Planothidium robustius</i>	PRBU	0,864	0,867	0,749	0,865	0,001	21

95 espèces sont considérées comme espèces indicatrices en appliquant cette méthode. Une sélection a été faite en ne gardant que celles dont l'IndVal était supérieur à 0,3. L'ARM est une analyse permettant des prédictions et les informations obtenues sur les groupes de stations peuvent alors s'appliquer aux espèces indicatrices caractéristiques de ces groupes. Plus un groupe est floristiquement différent d'un autre, moins il existe de combinaisons avec un autre groupe. Plus un groupe possède d'espèces indicatrices plus son degré d'unicité est élevé. Un nombre élevé d'espèces indicatrices pour une combinaison de sites peut indiquer que les traits écologiques de ces espèces sont particulièrement importants en tant que descripteur de ces sites, et contribue également à distinguer ces sites des autres (Vilches 2013).

Le groupe 15 se démarque assez nettement des autres. 18 espèces indicatrices (Tableau 13) lui sont inféodées comme *Brachysira brebissonii* ou *Crucicostulifera bebourensis sp. nov.* (soumis). Ces espèces indiquent donc une eau avec un pH acide et très peu minéralisée avec une concentration en Carbone Organique Dissous non négligeable. Une seule espèce, *Achnantheidium palmeti*, est commune avec le groupe 16. Cette dernière se rapproche donc des espèces de milieux plutôt acides, mais présente cependant une tolérance accrue à l'augmentation de valeur des paramètres chlorure, calcium, sodium, conductivité et surtout pH.

Le groupe 11 comme vu précédemment est composé de stations présentant des conditions physico-chimiques qui la différencient bien des autres groupes. Elle présente 6 espèces indicatrices qui lui sont propres : *Cyclotella meneghiniana*, *Navicula sp. n°8*, *Gomphonema parvulum f. saprophilum*, *Nitzschia sp. n°37*, *Nitzschia microcephala* et *Cyclotella atomus*. De nombreux taxons appartenant à ce groupe sont aussi reliés à d'autres groupes, et semblent donc aussi indiquer une résistance notamment pour les concentrations élevées en ions chlorures, calcium et sodium. Ils peuvent donc résister à des conductivités élevées, ainsi qu'à des charges en azote (azote Kjeldahl élevée). C'est le cas d'*Achnantheidium exiguum*, *Amphora pediculus*, *Diadismis confervacea*, *Eolimna minima*, *Fistulifera saprophila*, *Mayamaea permitis*, *Navicula salinicola*, *Nitzschia palea*, *N. inconspicua* et *Sellaphora seminulum*.

Les espèces indicatrices du groupe 12 renseignent sur la présence en concentration non négligeable des ions chlorure et sodium, mais d'un niveau quand même plus faible que le groupe 11. Le groupe 12 se caractérise aussi par des valeurs en nitrates plus élevées que tous les autres groupes. 6 taxons appartiennent exclusivement à ce groupe : *Halamphora ghanensis*, *H. veneta*, *Navicula sp. n°3*, *Nitzschia conferta*, *Seminavis sp. n°1* et *Tryblionella*

debilis. Certains taxons sont en commun à ce groupe et à d'autres et indiquent donc les perturbations décrites plus haut. Il s'agit notamment d'*Achnanthes rupestoides*, *Achnanthidium exiguum*, *Amphora pediculus*, *Caloneis fontinalis*, *Eolimna minima*, *E. ruttneri*, *Gomphonema bourbonense*, *G. pumilum* var. *rigidum*, *Mayamaea permitis*, *Navicula escambia*, *N. gregaria*, *N. salinicola*, *Nitzschia inconspicua*, *N. palea*, *N. sp. n°36*, *Planothidium rostratum* form. 1, *Rhoicosphenia abbreviata* et *Staurosirella aff. pinnata*.

Encyonopsis palmeti sp. nov. (soumis) et *Achnanthidium catenatum* sont indicatrices du groupe 16 et sont donc caractéristiques de milieux avec un pH neutre à faiblement basique et peu minéralisés. *Cocconeis* sp. n°1, *Epithemia adnata*, *Gomphonema angustivalva*, *G. brasiliense* subsp. *pacificum*, *Navicula aff. crassulexigua* et *Navicula* sp. n°15 sont caractéristiques du groupe 20 et ont les mêmes préférences que les deux taxons caractéristiques du groupe 16 avec une tolérance très légèrement plus forte aux ions calcium et sodium. *Gomphonema afrhombicum*, *Navicula notha* et *Fragilaria* sp. n°3 appartiennent à ces deux groupes.

Planothidium lanceolatum est la seule espèce appartenant au groupe 19 et est donc caractéristique d'eaux à pH légèrement basique, faiblement à moyennement minéralisées avec une conductivité d'environ 70 à 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. *Planothidium robustius* est l'unique taxon caractéristique du groupe 21, dont les préférences écologiques recoupent celles de *P. lanceolatum*, mais se retrouvent sur des relevés de plus basse altitude et avec des concentrations en chlorures un peu plus élevées.

Gomphoneis minuta est indicatrice du groupe 4 et se retrouve donc dans des eaux minéralisées avec un pH fortement basique.

Aucun taxon indicateur n'appartient spécifiquement aux groupes 5, 7 et 8.

Les espèces indicatrices, exclusion faite de celles liées aux groupes décrits précédemment, renseignent sur les paramètres du milieu selon leur appartenance aux différents groupes.



Eolimna minima, se retrouve dans tous les groupes à l'exception du 4 et du 15 c'est-à-dire ceux dont le pH est soit trop élevé, soit trop faible. Cette espèce possède un spectre écologique assez large (euryèce) et est donc tolérante aussi bien aux perturbations anthropiques (Azote Kjeldahl et Nitrates) qu'à la minéralisation de l'eau.



Cocconeis euglypta se retrouve dans tous les groupes à l'exception des milieux acides (groupe 15) ou présentant notamment des concentrations en azote plus élevées (groupe 11 et 12). Elle s'accommode bien des conditions modérément minéralisées caractéristiques des substrats de lave basaltique, très représentées à la Réunion.



Navicula cryptotenella présente les mêmes caractéristiques que l'espèce précédente tout en étant absente aussi du groupe 20, qui diffère des autres par son altitude plus élevée.



Rhoicosphenia abbreviata suit le même schéma que *Cocconeis euglypta* mais est absente du groupe 16, ce qui semble indiquer une sensibilité aux concentrations les plus faibles en calcium et en sodium.



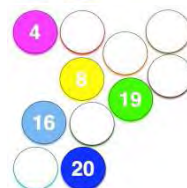
Fragilaria vaucheriae ne se retrouve pas indicatrice des groupes 15, 11 et 12, comme *C. euglypta*, mais est aussi absente du groupe 4, ce qui semble indiquer qu'elle n'apprécie pas les pH les plus basiques.



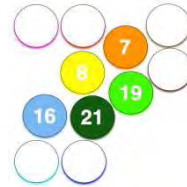
Rhopalodia hirundiniformis est indicatrice de milieu dont le pH n'est pas acide et où la concentration en azote est plutôt faible. Elle est peu sensible à la minéralisation de l'eau en dehors des plus fortes valeurs mesurées sur les relevés des groupes 11 et 12.



Nitzschia tropica et *Gomphonema clevei* se retrouvent dans des eaux plutôt minéralisées avec des conductivités allant de 70 à 300 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ environ et un pH légèrement à très basique.



Geissleria mascarenicensis se retrouve dans des milieux avec un pH basique à fortement basique et est tolérant vis-à-vis de la minéralisation de l'eau.

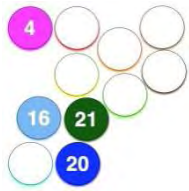


Achnantheidium subhudsonis se retrouve dans les groupes indiquant des eaux moyennement minéralisées avec une conductivité allant de 25 à 150 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ et un pH de 7,3 à 8,5 environ.



Nitzschia fonticola est tolérante par rapport au pH à l'exception des pH trop acides, et à la minéralisation de l'eau. Elle ne se retrouve pas dans les groupes dont l'altitude est supérieure à 400 m.

3. Les communautés



Ulnaria lanceolata a les mêmes exigences physico-chimiques que *Nitzschia fonticola*, mais se retrouve aussi à des altitudes plus élevées.



Geissleria bourbonensis se retrouve dans des milieux faiblement à moyennement minéralisés avec une conductivité de 40 à 150 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ avec un pH plutôt basique.



Melosira varians, *Fragilaria sp. n°1*, *F. sp. n°2* ont des caractéristiques écologiques proches de *Geissleria bourbonensis*, mais se retrouvant dans des eaux encore moins minéralisées.



Navicula capitatoradiata, *N. tripunctata* et *Cocconeis pediculus* préfèrent les eaux plutôt fortement basiques et semblent tolérants à des eaux minéralisées avec une conductivité de 100 à 300 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.



Navicula sp. n°2 et *Diademsis contenta* sont notamment assez tolérants à des concentrations en chlorures non excessives et se retrouvent dans des eaux avec une conductivité de l'ordre de 100–150 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.



Achnantheidium sp. n°4 se retrouve plutôt dans des eaux avec un pH légèrement basique et des conductivités variant de 30 à 120 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.



Cymbella excisa et *Diatoma vulgare* sont inféodés à des eaux plutôt fortement basiques et minéralisées. Elles se retrouvent à des altitudes entre 200 et 400 m.



Gomphonema minutum et *Nitzschia dissipata* sont indicatrices d'eaux minéralisées avec un pH supérieur à 8, mais inférieur à 9, ainsi qu'un TAC de 5 à 13 °f.



Cymbella tropica, *Navicula aff. cryptocephala* et *N. vandamii* se trouvent plutôt sur des sites de basses altitudes, dans des eaux basiques avec une conductivité de 60 à 150 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ et semblent avoir une certaine tolérance à la concentration en ion chlorure en restant dans des gammes de valeurs non excessives.

3.3 Moyennes pondérées d'abondance (Weighted-average abundances/WA)

De nombreux travaux sur des classifications de diatomées basées sur leur relation avec différentes variables environnementales ont été menés en utilisant les moyennes pondérées d'abondance (Weighted-average abundances) (Cholnoky 1968, Lowe 1974, Salden 1978, Beaver 1981, de Wolf 1982, Sladeczek 1986, Denys 1991, Hofmann 1994, Denys 2004, Potapova 2004). C'est une méthode popularisée en paléolimnologie (ter Braak & van Dam 1989, Birks *et al.* 1990).

Les moyennes pondérées d'abondances permettent de donner une évaluation autoécologique quantitative des taxons inventoriés (Hall & Smol 1992, Pan *et al.* 1996). L'hypothèse, pas toujours vérifiée, est basée sur le fait que les espèces ont une distribution unimodale symétrique le long d'un gradient et que leur distribution est décrite par une valeur unique d'indication nommée optimum (Potapova *et al.* 2004). Ainsi, un taxon sera d'autant plus abondant sur les sites où la variable environnementale donnée est proche de l'optimum (ter Braak & van Dam 1989).

$$U_k = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ik} x_i}{\sum_{i=1}^n y_{ik}}$$

U_k : Moyenne pondérée (estimation de l'optimum pour le taxon k)

y_{ik} : abondance du taxon k à la station i

x_i : variable environnementale

$$T_k = \left[\frac{\sum_{i=1}^n y_{ik} (x_i - U_k)^2}{\sum_{i=1}^n y_{ik}} \right]^{1/2}$$

T_k : tolérance pour le taxon k pour la variable environnementale x_i

Les moyennes pondérées ont été calculées pour les différents taxons. Le tableau 12 donne les valeurs pour les taxons indicateurs selon certains paramètres abiotiques. Les taxons sont classés par ordre alphabétique. Les paramètres abiotiques plutôt caractéristiques d'une altération anthropique sont séparés de ceux liés au milieu naturel.

3. Les communautés

Tableau 14. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs.

Taxons	Code taxons	Nombre de groupes	Groupes ARM	Ammonium (mg(NH ₄)/L)		Carbone Organique Dissous (mg(C)/L)		Azote Kjeldahl (mg(N)/L)		Taux de saturation en oxygène (%)		Orthophosphates (mg(PO ₄)/L)		Phosphore total (mg(P))	
				Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance
<i>Achnanthes rupestroides</i>	ARPT	4	8+12+16+21	0,03	0,04	1,36	1,13	0,96	0,52	94,59	9,95	0,07	0,06	0,05	0,04
<i>Achnanthydium catenatum</i>	ADCT	1	16	0,03	0,04	3,36	1,52	0,93	0,55	95,84	8,73	0,05	0,05	0,05	0,06
<i>Achnanthydium exiguum</i>	ADEG	2	11+12	4,47	3,94	6,29	4,91	4,87	3,08	39,14	38,34	3,02	2,22	1,21	0,81
<i>Achnanthydium palmeti sp. nov.</i>	ADBE	2	15+16	0,01	0,49	3,13	1,60	1,11	0,53	89,66	15,75	0,02	0,03	0,04	0,06
<i>Achnanthydium sp. n°4</i>	ADNA	3	16+20+21	0,01	0,49	2,02	1,40	1,15	0,63	96,68	10,24	0,04	0,05	0,05	0,04
<i>Achnanthydium subhudsonis</i>	ADSH	5	7+8+16+19+21	0,01	0,49	0,92	0,60	1,02	0,45	97,88	9,38	0,07	0,07	0,07	0,06
<i>Adlafia muscora</i>	AMUS	3	8+16+21	0,01	0,01	1,80	1,52	1,14	0,45	96,62	10,78	0,04	0,05	0,06	0,07
<i>Amphora pediculus</i>	APED	5	4+5+8+11+12	0,22	0,62	2,11	3,80	1,23	1,03	88,89	21,58	0,32	0,54	0,16	0,23
<i>Brachysira brebissonii</i>	BBRE	1	15	0,01	0,49	4,40	0,96	0,87	0,69	72,28	30,20	0,02	0,45	0,11	0,14
<i>Caloneis fontinalis</i>	CFON	4	5+8+12+21	0,02	0,03	1,11	1,25	1,12	0,50	99,67	17,95	0,05	0,07	0,07	0,17
<i>Chamaepinnularia sp. n°1</i>	CHS1	1	15	0,01	0,49	4,06	1,26	0,82	0,64	71,10	27,24	0,03	0,05	0,11	0,13
<i>Cocconeis euglypta</i>	CEUG	8	4+5+7+8+16+19+20+21	0,01	0,01	1,19	1,21	1,11	0,53	97,84	12,30	0,07	0,07	0,06	0,05
<i>Cocconeis pediculus</i>	CPED	3	4+5+8	0,01	0,49	1,07	1,10	0,77	0,56	99,74	15,78	0,07	0,05	0,07	0,04
<i>Cocconeis sp. n°1</i>	COC1	1	20	0,01	0,49	0,81	1,02	0,29	0,48	78,92	16,37	0,06	0,11	0,03	0,04
<i>Craticula submolesta</i>	CSBM	1	15	0,01	0,49	4,14	0,98	0,81	0,80	64,72	32,13	0,02	0,02	0,13	0,16
<i>Crucicostulifera bebourensis sp. nov.</i>	CRCD	1	15	0,01	0,49	3,43	1,25	1,51	1,02	83,96	33,43	0,02	0,45	0,05	0,16
<i>Cyclotella atomus</i>	CATO	1	11	0,73	1,59	12,77	8,74	2,79	1,74	46,63	11,53	1,40	0,59	0,64	0,20
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	CMEN	1	11	4,89	6,73	6,86	7,16	5,19	5,06	56,80	38,04	1,38	1,69	0,63	0,60
<i>Cymbella excisa</i>	CAEX	2	4+5	0,01	0,49	1,35	1,31	0,89	0,69	101,15	12,40	0,04	0,04	0,04	0,02
<i>Cymbella tropica</i>	CTRO	2	8+21	0,01	0,01	1,07	1,12	1,14	0,43	96,90	10,08	0,03	0,02	0,11	0,14
<i>Diadismus confervacea</i>	DCOF	3	8+11+21	0,37	1,27	5,24	7,93	1,56	1,42	78,75	34,04	0,69	1,25	0,29	0,45
<i>Diadismus contenta</i>	DCOT	3	8+19+21	0,03	0,02	1,20	0,51	1,38	0,58	96,81	9,30	0,03	0,05	0,05	0,03
<i>Diatoma vulgare</i>	DVUL	2	4+5	0,01	0,49	1,11	1,24	0,79	0,58	99,21	15,95	0,07	0,05	0,07	0,04
<i>Eolimna minima</i>	EOMI	9	5+7+8+11+12+16+19+20+21	0,17	1,01	1,63	1,74	1,20	0,97	94,54	16,36	0,15	0,64	0,10	0,25

Tableau 15. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite)

Taxons	Code taxons	Nombre de groupes	Groupes ARM	Ammonium (mg(NH ₄)/L)		Carbone Organique Dissous (mg(C)/L)		Azote Kjeldahl (mg(N)/L)		Taux de saturation en oxygène (%)		Orthophosphates (mg(PO ₄)/L)		Phosphore total (mg(P))	
				Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance
<i>Eolimna rutneri</i>	EORU	4	7+8+12+21	0,02	0,05	1,61	1,76	1,01	0,47	97,12	11,67	0,09	0,23	0,07	0,09
<i>Encyonema stigmoideum</i>	ESTI	1	15	0,01	0,49	6,21	1,46	0,73	0,55	90,41	45,36	0,02	0,01	0,08	0,17
<i>Encyonopsis palmeti sp. nov.</i>	ECP1	1	16	0,01	0,49	3,60	1,04	0,97	0,49	93,53	3,47	0,06	0,06	0,06	0,04
<i>Epithemia adnata</i>	EADN	1	20	0,01	0,49	1,17	1,16	0,97	0,61	92,44	13,49	0,02	0,01	0,05	0,06
<i>Eunotia bilunaris form. 1</i>	EBI1	1	15	0,01	0,49	6,11	2,70	0,98	0,34	104,00	13,10	0,02	0,05	0,02	0,03
<i>Eunotia bilunaris form. 2</i>	EBI2	1	15	0,01	0,49	4,46	1,04	0,50	0,60	55,11	27,59	0,02	0,02	0,17	0,16
<i>Eunotia botuliformis</i>	EBOT	1	15	0,01	0,49	4,32	0,69	1,00	0,49	81,70	20,48	0,02	0,45	0,05	0,10
<i>Eunotia exigua</i>	EEXI	1	15	0,01	0,49	4,51	1,45	0,79	0,44	72,36	27,12	0,03	0,02	0,09	0,12
<i>Eunotia minor</i>	EMIN	1	15	0,01	0,49	5,32	1,70	0,87	0,35	87,96	26,77	0,02	0,01	0,05	0,09
<i>Eunotia sp. n°9</i>	EUN9	1	15	0,01	0,49	4,47	2,21	1,04	0,20	90,39	13,32	0,02	0,01	0,03	0,18
<i>Fistulifera saprophila</i>	FSAP	2	5+11	2,44	5,42	2,77	3,16	3,34	4,24	105,56	50,22	0,82	2,01	0,82	0,79
<i>Fragilaria sp. n°1</i>	FRA1	4	8+16+20+21	0,01	0,01	1,56	1,59	1,00	0,47	97,10	11,21	0,06	0,08	0,07	0,06
<i>Fragilaria sp. n°2</i>	FRA2	4	8+16+20+21	0,01	0,01	1,43	1,21	1,09	0,52	93,61	9,39	0,04	0,05	0,05	0,05
<i>Fragilaria sp. n°3</i>	FRA3	2	16+20	0,01	0,49	1,44	1,25	1,52	0,57	100,75	7,92	0,03	0,04	0,04	0,02
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	FVAU	7	5+7+8+16+19+20+21	0,01	0,10	1,44	1,41	1,10	0,53	97,96	10,18	0,07	0,09	0,06	0,08
<i>Frustulia crassinervia</i>	FCRS	1	15	0,01	0,49	4,15	1,10	0,93	0,83	71,13	34,20	0,02	0,01	0,11	0,16
<i>Frustulia sp. n°1</i>	FRU1	1	15	0,01	0,49	3,66	2,31	0,59	0,74	59,14	32,18	0,02	0,02	0,17	0,16
<i>Frustulia sp. n°4</i>	FRU4	1	15	0,01	0,49	3,82	1,27	1,19	0,32	82,30	19,01	0,03	0,02	0,04	0,02
<i>Frustulia sp. n°6</i>	FRU6	1	15	0,01	0,49	4,66	2,29	0,09	0,44	43,01	41,43	0,02	0,45	0,25	0,19
<i>Geissleria bourbonensis</i>	GBBO	4	7+8+19+20	0,01	0,01	0,77	0,69	1,18	0,34	101,44	9,85	0,11	0,09	0,07	0,05
<i>Geissleria mascarenicensis</i>	GMAS	5	4+8+16+19+20	0,02	0,01	0,98	1,04	1,24	0,32	103,52	13,56	0,10	0,08	0,06	0,03
<i>Gomphoneis minuta</i>	GMMI	1	4	0,01	0,49	1,21	0,52	0,80	0,53	122,91	16,57	0,03	0,03	0,03	0,02
<i>Gomphonema afrhombicum</i>	GARB	2	16+20	0,01	0,49	1,81	1,45	1,17	0,65	94,93	13,06	0,02	0,02	0,03	0,02
<i>Gomphonema angustivalva</i>	GAGV	1	20	0,01	0,49	1,08	0,91	1,00	0,30	108,92	4,66	0,02	0,01	0,12	0,11

3. Les communautés

Tableau 16. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite)

Taxons	Code taxons	Nombre de groupes	Groupes ARM	Ammonium (mg(NH ₄)/L)		Carbone Organique Dissous (mg(C)/L)		Azote Kjeldahl (mg(N)/L)		Taux de saturation en oxygène (%)		Orthophosphates (mg(PO ₄)/L)		Phosphore total (mg(P))	
				Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance
<i>Gomphonema brasiliense subsp. pacificum</i>	GBRA	1	20	0,02	0,02	1,51	0,97	1,16	0,58	96,91	8,67	0,02	0,02	0,06	0,06
<i>Gomphonema bourbonense</i>	GBOB	5	8+12+16+20+21	0,02	0,03	1,29	0,88	1,12	0,39	93,83	14,89	0,04	0,05	0,05	0,04
<i>Gomphonema clevei</i>	GCLE	5	4+5+7+8+19	0,01	0,01	1,05	1,07	1,24	0,57	103,78	14,81	0,05	0,06	0,06	0,08
<i>Gomphonema minutum</i>	GMIN	2	5+8	0,01	0,49	1,06	1,19	0,76	0,58	97,10	8,72	0,06	0,05	0,05	0,05
<i>Gomphonema parvulum f. saprophilum</i>	GPAS	1	11	8,18	7,10	6,76	3,45	7,84	6,03	44,29	31,96	2,14	1,80	0,94	0,68
<i>Gomphonema pumilum var. rigidum</i>	GPRI	5	5+8+12+20+21	0,01	0,02	1,41	1,28	1,31	0,49	92,42	15,70	0,05	0,10	0,06	0,05
<i>Halamphora ghanensis</i>	HGHA	1	12	0,43	1,66	1,77	1,84	1,54	1,39	76,88	17,44	0,86	1,40	0,39	0,58
<i>Halamphora veneta</i>	HVEN	1	12	0,03	0,09	0,65	0,23	1,38	0,53	79,97	10,54	0,25	0,11	0,12	0,03
<i>Kobayasiella bebourensis</i>	KBEB	1	15	0,01	0,49	3,82	0,83	1,21	0,63	81,43	23,94	0,02	0,01	0,06	0,11
<i>Mayamaea permitis</i>	MAPE	3	11+12+19	7,09	6,30	5,49	3,36	7,56	5,92	54,96	35,73	3,38	3,14	1,28	0,90
<i>Melosira varians</i>	MVAR	4	8+16+20+21	0,02	0,02	1,13	0,77	1,09	0,49	96,02	9,36	0,04	0,05	0,05	0,05
<i>Navicula capitatoradiata</i>	NCPR	3	4+5+8	0,01	0,02	1,18	1,22	1,21	0,57	103,66	17,48	0,06	0,08	0,06	0,08
<i>Navicula aff. crassulexigua</i>	NCRX	1	20	0,01	0,49	2,09	1,79	1,13	0,40	99,93	5,40	0,05	0,08	0,04	0,02
<i>Navicula aff. cryptocephala</i>	NCRY	2	8+21	0,12	0,84	1,27	1,33	1,12	0,84	96,14	12,31	0,22	1,26	0,10	0,32
<i>Navicula cryptotenella</i>	NCTE	7	4+5+7+8+16+19+21	0,01	0,02	0,98	1,05	1,02	0,60	101,34	13,42	0,10	0,11	0,07	0,09
<i>Navicula escambia</i>	NESC	3	8+12+21	0,03	0,06	1,09	0,96	1,08	0,43	93,79	9,02	0,12	0,22	0,07	0,08
<i>Navicula gregaria</i>	NGRE	5	7+8+12+19+21	0,03	0,03	1,00	0,80	0,93	0,46	96,04	9,94	0,09	0,07	0,06	0,03
<i>Navicula notha</i>	NNOT	2	16+20	0,02	0,02	2,00	1,69	1,13	0,59	98,60	9,30	0,03	0,03	0,06	0,08
<i>Navicula salinicola</i>	NSLC	2	11+12	0,45	1,41	5,17	6,45	1,60	1,55	67,28	23,38	1,32	2,22	0,50	0,61
<i>Navicula sp. n°2</i>	NAS2	3	8+19+21	0,02	0,02	1,76	1,55	1,11	0,31	92,72	11,53	0,06	0,05	0,06	0,04
<i>Navicula sp. n°3</i>	NAS3	1	12	0,46	0,42	1,95	0,88	1,06	0,51	76,44	14,59	2,24	2,06	0,80	0,73
<i>Navicula sp. n°8</i>	NAS8	1	11	1,74	2,85	8,57	8,39	3,13	2,14	56,07	33,48	2,04	2,42	0,80	0,78
<i>Navicula sp. n°15</i>	NXX5	1	20	0,02	0,01	0,91	0,83	0,98	0,67	101,54	15,83	0,06	0,05	0,05	0,03
<i>Navicula tripunctata</i>	NTPT	3	4+5+8	0,01	0,49	4,98	0,52	0,25	0,69	45,92	35,69	0,02	0,45	0,23	0,19

Tableau 17. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite)

Taxons	Code taxons	Nombre de groupes	Groupes ARM	Ammonium (mg(NH ₄)/L)		Carbone Organique Dissous (mg(C)/L)		Azote Kjeldahl (mg(N)/L)		Taux de saturation en oxygène (%)		Orthophosphates (mg(PO ₄)/L)		Phosphore total (mg(P))	
				Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance	Optimum	Tolérance
<i>Navicula vandamii</i>	NVDA	2	8+21	0,01	0,04	1,14	1,59	1,21	0,49	102,40	15,73	0,08	0,18	0,06	0,07
<i>Nitzschia conferta</i>	NFIC	1	12	0,52	1,00	3,71	5,70	1,49	1,59	75,90	25,39	0,56	0,64	0,25	0,29
<i>Nitzschia dissipata</i>	NDIS	2	5+8	0,02	0,08	1,01	2,41	1,18	0,64	101,60	23,08	0,08	0,22	0,19	0,40
<i>Nitzschia fonticola</i>	NFON	4	4+5+8+19	0,01	0,49	1,72	1,86	1,23	0,46	102,36	8,92	0,06	0,05	0,06	0,03
<i>Nitzschia inconspicua</i>	NINC	2	11+12	1,62	3,18	4,47	4,87	3,01	2,48	72,09	25,43	2,19	3,45	0,88	0,98
<i>Nitzschia microcephala</i>	NMIC	1	11	0,61	0,38	20,34	4,69	3,31	1,06	30,02	27,12	2,27	0,68	0,87	0,16
<i>Nitzschia palea</i>	NPAL	6	4+5+8+11+12+21	0,43	1,94	1,78	2,17	1,62	1,80	97,11	26,90	0,30	0,94	0,25	0,48
<i>Nitzschia soratensis</i>	NSTS	3	4+5+19	0,02	0,12	0,96	1,18	1,11	0,60	104,44	12,93	0,11	0,12	0,06	0,06
<i>Nitzschia sp. n°36</i>	NZBO	5	7+8+12+19+21	0,04	0,14	1,19	1,12	1,15	0,52	91,54	17,15	0,13	0,24	0,08	0,09
<i>Nitzschia sp. n°37</i>	NSN1	1	11	12,09	4,84	7,70	1,64	12,09	5,06	35,85	19,49	3,69	1,93	1,48	0,47
<i>Nitzschia tropica</i>	NTRO	5	4+5+7+8+19	0,03	0,02	1,20	0,88	0,85	0,55	93,52	9,87	0,08	0,08	0,06	0,02
<i>Nupela sp. n°1</i>	NUP1	1	15	0,01	0,49	1,29	1,04	0,63	0,55	92,30	13,39	0,03	0,05	0,03	0,02
<i>Planothidium lanceolatum</i>	PTLA	1	19	0,01	0,01	0,68	0,73	1,09	0,37	102,90	13,72	0,12	0,10	0,07	0,08
<i>Planothidium robustius</i>	PRBU	1	21	0,03	0,04	1,67	0,89	1,34	0,72	94,68	12,14	0,03	0,03	0,06	0,06
<i>Planothidium rostratum form. 1</i>	PRSI	5	8+12+16+20+21	0,02	0,03	1,46	1,10	1,22	0,52	97,45	9,46	0,04	0,06	0,05	0,04
<i>Rhicosphenia abbreviata</i>	RABB	7	5+7+8+12+19+20+21	0,01	0,02	0,86	0,84	0,94	0,57	96,32	17,65	0,11	0,10	0,06	0,04
<i>Rhopalodia hirundiniformis</i>	RHIR	6	4+5+7+8+19+20	0,01	0,03	1,05	1,31	1,26	0,73	105,02	13,69	0,06	0,09	0,04	0,04
<i>Sellaphora seminulum</i>	SSEM	4	8+11+19+21	0,54	1,86	1,86	2,60	1,74	1,48	90,73	23,06	0,45	1,25	0,19	0,46
<i>Seminavis sp. n°1</i>	SMN1	1	12	0,03	0,04	0,95	0,83	1,14	0,51	81,63	9,44	0,26	0,11	0,11	0,03
<i>Stausosirella aff. pinnata</i>	SPIN	2	8+12	0,09	0,23	1,86	1,97	1,10	0,40	88,85	13,32	0,47	1,12	0,18	0,39
<i>Stenopterobia sp. n°1</i>	STB1	1	15	0,01	0,49	3,64	1,38	1,02	0,50	74,51	22,21	0,03	0,02	0,06	0,08
<i>Tryblionella debilis</i>	TDEB	1	12	0,18	0,29	1,47	0,98	0,99	0,46	84,00	12,26	0,88	1,41	0,33	0,49
<i>Ulnaria lanceolata</i>	ULAN	4	4+16+20+21	0,02	0,02	1,25	0,92	1,25	0,52	98,74	15,58	0,04	0,05	0,07	0,05

3. Les communautés

Tableau 18. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite)

Taxons	Code taxons	Nombre de groupes	Groupes ARM	Calcium (mg(Ca)/L)		Chlorures (mg(Cl)/L)		Conductivité (µS/cm)		pH (unité pH)		Sulfates (mg(SO4)/L)		Titre alcalimétrique complet (°f)	
				Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance
<i>Achnanthes rupestroides</i>	ARPT	4	8+12+16+21	1,71	1,84	1,532	1,62	23,82	20,55	7,07	0,80	0,37	0,43	1,20	1,02
<i>Achnantheidium catenatum</i>	ADCT	1	16	4,53	5,71	4,63	3,01	64,11	76,97	7,45	0,39	1,28	4,35	2,72	3,36
<i>Achnantheidium exiguum</i>	ADEG	2	11+12	26,71	10,59	262,88	190,07	1532,13	2197,75	7,51	0,30	55,88	34,80	16,27	12,69
<i>Achnantheidium palmeti sp. nov.</i>	ADBE	2	15+16	1,71	1,84	1,53	1,62	23,82	20,55	7,07	0,80	0,37	0,43	1,20	1,02
<i>Achnantheidium sp. n°4</i>	ADNA	3	16+20+21	4,52	4,59	4,06	2,35	61,95	50,20	7,63	0,35	1,66	4,88	2,45	2,22
<i>Achnantheidium subhudsonis</i>	ADSH	5	7+8+16+19+21	5,82	3,06	3,75	3,39	78,90	36,76	7,92	0,35	1,56	7,32	3,45	1,44
<i>Adlafia muscora</i>	AMUS	3	8+16+21	5,81	3,24	4,78	2,23	81,31	35,60	7,81	0,39	1,36	1,49	3,36	1,78
<i>Amphora pediculus</i>	APED	5	4+5+8+11+12	19,81	8,48	26,84	45,90	393,22	412,60	8,21	0,52	21,21	31,19	12,75	10,49
<i>Brachysira brebissonii</i>	BBRE	1	15	0,25	6,22	0,35	45,47	7,26	2,43	6,07	0,61	0,30	15,24	0,32	0,03
<i>Caloneis fontinalis</i>	CFON	4	5+8+12+21	13,51	9,26	6,63	9,50	172,38	113,63	8,14	0,60	10,29	20,46	7,03	3,94
<i>Chamaepinnularia sp. n°1</i>	CHS1	1	15	0,71	2,20	0,47	0,60	12,19	22,53	6,24	0,72	0,40	0,48	0,49	0,78
<i>Cocconeis euglypta</i>	CEUG	8	4+5+7+8+16+19+20+21	12,70	8,68	3,26	3,72	152,68	96,54	8,18	0,56	6,72	11,54	6,94	4,65
<i>Cocconeis pediculus</i>	CPED	3	4+5+8	19,50	4,28	3,44	1,90	232,66	52,04	8,65	0,31	10,27	10,86	10,86	2,77
<i>Cocconeis sp. n°1</i>	COC1	1	20	5,24	4,79	3,85	2,71	59,68	70,41	7,78	0,29	0,85	1,26	2,61	2,37
<i>Craticula submolesta</i>	CSBM	1	15	0,25	6,22	0,35	45,47	7,87	3,60	5,79	0,45	0,30	15,24	0,33	0,06
<i>Crucicostulifera bebourensis sp. nov.</i>	CRCD	1	15	0,26	0,36	0,36	0,42	9,57	6,12	6,36	0,37	0,30	0,07	0,38	0,21
<i>Cyclotella atomus</i>	CATO	1	11	33,56	6,03	123,46	52,01	1273,52	350,23	7,79	0,16	58,31	19,39	42,31	14,09
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	CMEN	1	11	21,67	12,41	140,76	144,52	968,20	1403,98	7,54	0,29	34,68	32,62	18,24	17,34
<i>Cymbella excisa</i>	CAEX	2	4+5	25,67	7,90	2,15	1,63	291,27	82,23	8,78	0,33	13,40	11,60	14,68	5,56
<i>Cymbella tropica</i>	CTRO	2	8+21	5,99	2,48	6,54	2,10	91,71	23,12	7,70	0,36	1,17	1,98	3,59	1,33
<i>Diadismus confervacea</i>	DCOF	3	8+11+21	14,87	12,65	54,00	96,68	400,49	559,03	7,71	0,50	16,59	27,95	13,54	18,57
<i>Diadismus contenta</i>	DCOT	3	8+19+21	7,12	4,03	6,67	4,82	106,59	84,30	7,54	0,47	2,10	8,20	3,92	1,74
<i>Diatoma vulgare</i>	DVUL	2	4+5	19,83	3,79	3,00	1,07	239,90	48,33	8,66	0,38	10,74	11,94	11,15	2,20
<i>Eolimna minima</i>	EOMI	9	5+7+8+11+12+16+19+20+21	9,68	6,45	13,21	52,37	156,68	246,82	8,07	0,76	4,28	11,43	5,47	3,94

Tableau 19. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite)

Taxons	Code taxons	Nombre de groupes	Groupes ARM	Calcium (mg(Ca)/L)		Chlorures (mg(Cl)/L)		Conductivité (µS/cm)		pH (unité pH)		Sulfates (mg(SO4)/L)		Titre alcalimétrique complet (°F)	
				Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance
<i>Eolimna rutneri</i>	EORU	4	7+8+12+21	8,93	3,98	5,05	4,98	121,35	75,32	8,10	0,39	2,53	6,51	5,13	1,81
<i>Encyonema stigmatoidum</i>	ESTI	1	15	0,25	6,22	0,35	45,47	12,23	5,34	6,89	0,70	0,30	15,24	0,30	0,05
<i>Encyonopsis palmeti sp. nov.</i>	ECP1	1	16	2,02	0,56	3,90	2,51	25,46	9,86	7,46	0,22	0,60	0,42	1,30	0,38
<i>Epithemia adnata</i>	EADN	1	20	7,84	12,47	2,13	0,85	90,64	126,87	7,81	0,52	2,64	6,41	4,46	7,48
<i>Eunotia bilunaris form. 1</i>	EBI1	1	15	0,57	2,95	0,65	2,69	17,39	39,78	6,97	1,08	0,36	0,59	0,47	1,61
<i>Eunotia bilunaris form. 2</i>	EBI2	1	15	0,30	0,66	0,37	0,22	8,50	8,64	6,20	0,50	0,30	0,04	0,37	0,36
<i>Eunotia botuliformis</i>	EBOT	1	15	0,30	1,01	0,41	1,18	7,74	14,54	6,36	0,67	0,31	0,28	0,35	0,51
<i>Eunotia exigua</i>	EEXI	1	15	0,28	0,56	0,36	0,24	10,76	7,64	6,25	0,70	0,30	0,05	0,37	0,38
<i>Eunotia minor</i>	EMIN	1	15	0,30	0,61	0,40	0,68	11,61	9,05	6,65	0,70	0,31	0,15	0,34	0,31
<i>Eunotia sp. n°9</i>	EUN9	1	15	1,41	3,42	1,66	3,84	20,04	31,41	6,71	0,72	0,66	1,05	0,85	1,57
<i>Fistulifera saphophila</i>	FSAP	2	5+11	24,07	7,62	96,13	180,16	1497,87	3874,65	8,44	0,79	34,50	29,14	13,10	4,08
<i>Fragilaria sp. n°1</i>	FRA1	4	8+16+20+21	7,76	4,31	5,25	3,92	106,56	50,09	7,94	0,48	1,88	2,31	4,51	2,33
<i>Fragilaria sp. n°2</i>	FRA2	4	8+16+20+21	4,73	3,76	5,02	3,83	67,59	63,51	7,63	0,37	1,62	5,01	2,65	1,90
<i>Fragilaria sp. n°3</i>	FRA3	2	16+20	4,83	2,53	4,74	2,56	66,50	40,05	7,67	0,19	0,93	0,91	2,74	1,32
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	FVAU	7	5+7+8+16+19+20+21	10,91	8,92	4,07	6,95	140,10	107,32	8,09	0,44	5,16	9,39	6,12	4,89
<i>Frustulia crassinervia</i>	FCRS	1	15	0,25	6,22	0,35	45,47	7,68	3,29	5,77	0,55	0,30	15,24	0,33	0,05
<i>Frustulia sp. n°1</i>	FRU1	1	15	2,06	3,14	1,88	3,15	32,87	47,30	6,82	0,85	0,53	0,40	1,34	1,79
<i>Frustulia sp. n°4</i>	FRU4	1	15	0,25	6,22	0,35	45,47	10,37	4,10	5,69	0,63	0,30	15,24	0,36	0,07
<i>Frustulia sp. n°6</i>	FRU6	1	15	0,71	2,24	0,88	2,56	11,61	29,46	6,48	1,07	0,39	0,44	0,53	1,09
<i>Geissleria bourbonensis</i>	GBBO	4	7+8+19+20	6,93	4,43	2,45	1,14	98,24	47,81	7,83	0,54	2,52	5,09	4,52	2,25
<i>Geissleria mascarenicensis</i>	GMAS	5	4+8+16+19+20	7,54	5,85	2,52	1,42	100,23	67,75	7,81	0,68	3,54	8,84	4,42	2,93
<i>Gomphoneis minuta</i>	GMMI	1	4	20,41	5,58	3,45	0,83	272,76	83,66	9,01	0,47	29,73	18,37	11,19	2,74
<i>Gomphonema af rhombicum</i>	GARB	2	16+20	3,18	1,12	2,99	1,56	42,74	17,27	7,63	0,22	0,80	0,71	1,77	0,68
<i>Gomphonema angustivalva</i>	GAGV	1	20	3,66	0,54	2,23	0,12	50,35	16,18	7,66	0,13	0,95	0,25	2,02	0,50

3. Les communautés

Tableau 20. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite)

Taxons	Code taxons	Nombre de groupes	Groupes ARM	Calcium (mg(Ca)/L)		Chlorures (mg(Cl)/L)		Conductivité (µS/cm)		pH (unité pH)		Sulfates (mg(SO4)/L)		Titre alcalimétrique complet (°f)	
				Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance
<i>Gomphonema brasiliense subsp. pacificum</i>	GBRA	1	20	5,47	4,21	4,89	2,96	73,60	48,48	7,54	0,32	1,62	4,97	2,95	2,02
<i>Gomphonema bourbonense</i>	GBOB	5	8+12+16+20+21	11,04	9,65	8,83	12,18	182,74	232,21	7,83	0,46	9,85	23,96	5,51	3,80
<i>Gomphonema clevei</i>	GCLE	5	4+5+7+8+19	12,59	5,79	2,86	2,11	159,37	71,38	8,57	0,59	5,49	10,00	7,37	3,08
<i>Gomphonema minutum</i>	GMIN	2	5+8	13,81	6,68	3,66	2,46	163,70	72,46	8,36	0,43	5,00	5,91	7,66	3,44
<i>Gomphonema parvulum f. saprophilum</i>	GPAS	1	11	26,61	10,42	220,95	170,16	1279,84	821,05	7,51	0,35	47,98	32,50	17,41	10,02
<i>Gomphonema pumilum var. rigidum</i>	GPRI	5	5+8+12+20+21	19,39	12,47	6,77	12,82	269,15	231,07	8,13	0,59	14,19	24,51	10,48	6,89
<i>Halamphora ghanensis</i>	HGHA	1	12	24,10	14,37	221,51	384,05	1531,30	3141,42	7,56	0,23	57,14	82,00	10,00	4,25
<i>Halamphora veneta</i>	HVEN	1	12	17,31	1,09	24,36	13,27	295,25	50,33	7,72	0,43	9,89	1,45	8,89	0,89
<i>Kobayasiella bebourensis</i>	KBEB	1	15	0,27	0,30	0,37	0,23	8,20	2,83	5,80	0,59	0,30	15,24	0,35	0,17
<i>Mayamaea permitis</i>	MAPE	3	11+12+19	27,74	11,35	299,88	215,18	2166,41	3242,97	7,72	0,40	60,46	38,15	14,00	6,00
<i>Melosira varians</i>	MVAR	4	8+16+20+21	6,37	4,14	5,52	2,81	87,39	43,49	7,70	0,41	1,97	4,58	3,55	1,91
<i>Navicula capitatoradiata</i>	NCPR	3	4+5+8	13,96	5,44	3,53	6,55	189,67	103,24	8,63	0,50	5,95	11,05	8,27	2,97
<i>Navicula aff. crassulexigua</i>	NCRX	1	20	4,92	3,64	4,29	3,14	66,56	44,49	7,70	0,34	1,05	0,95	2,70	1,77
<i>Navicula aff. cryptocephala</i>	NCRY	2	8+21	9,60	5,55	15,59	71,71	160,84	327,58	7,88	0,40	4,33	14,94	4,97	2,20
<i>Navicula cryptotenella</i>	NCTE	7	4+5+7+8+16+19+21	10,52	8,04	3,09	4,72	138,01	91,10	8,24	0,49	4,39	8,17	6,11	4,47
<i>Navicula escambia</i>	NESC	3	8+12+21	10,00	5,03	9,34	9,05	151,48	114,44	7,88	0,43	3,87	10,26	5,29	2,10
<i>Navicula gregaria</i>	NGRE	5	7+8+12+19+21	9,71	3,92	7,52	5,93	126,92	62,38	7,77	0,54	3,19	6,95	5,21	1,88
<i>Navicula notha</i>	NNOT	2	16+20	5,42	4,29	4,94	3,57	75,59	60,36	7,59	0,40	1,97	5,72	3,09	2,37
<i>Navicula salinicola</i>	NSLC	2	11+12	26,81	10,68	151,78	294,66	1007,95	1022,43	7,61	0,16	40,63	41,36	21,95	18,43
<i>Navicula sp. n°2</i>	NAS2	3	8+19+21	8,39	3,48	6,63	3,20	117,16	46,02	7,63	0,47	2,14	2,82	4,66	1,83
<i>Navicula sp. n°3</i>	NAS3	1	12	17,29	2,66	48,22	107,05	465,38	366,61	7,43	0,14	16,38	14,55	9,74	1,54
<i>Navicula sp. n°8</i>	NAS8	1	11	26,27	12,86	178,73	185,06	1452,97	2641,84	7,55	0,26	47,31	37,01	24,08	20,26
<i>Navicula sp. n°15</i>	NXX5	1	20	4,94	4,38	3,84	2,21	60,87	49,17	7,79	0,33	1,05	1,26	2,64	2,56
<i>Navicula tripunctata</i>	NTPT	3	4+5+8	18,57	6,79	2,49	1,93	218,55	68,79	8,54	0,39	10,65	13,30	10,08	3,61

Tableau 21. Moyennes pondérées calculées pour les taxons indicateurs. (suite)

Taxons	Code taxons	Nombre de groupes	Groupes ARM	Calcium (mg(Ca)/L)		Chlorures (mg(Cl)/L)		Conductivité (µS/cm)		pH (unité pH)		Sulfates (mg(SO ₄)/L)		Titre alcalimétrique complet (°f)	
				Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance	Optimum	Tolerance
<i>Navicula vandamii</i>	NVDA	2	8+21	10,99	4,70	21,27	113,78	186,22	405,97	7,64	0,64	5,11	18,17	5,84	1,72
<i>Nitzschia conferta</i>	NFIC	1	12	22,60	9,47	67,81	57,27	651,52	568,60	7,62	0,15	29,53	33,22	16,73	15,36
<i>Nitzschia dissipata</i>	NDIS	2	5+8	20,76	7,17	5,56	18,32	262,30	159,35	8,42	0,37	12,72	14,76	11,89	6,65
<i>Nitzschia fonticola</i>	NFON	4	4+5+8+19	17,83	6,24	2,89	0,89	208,97	74,95	8,49	0,43	10,90	10,55	9,81	3,71
<i>Nitzschia inconspicua</i>	NINC	2	11+12	25,98	8,85	244,89	308,42	2985,50	5125,77	7,68	0,27	51,00	44,85	15,20	11,49
<i>Nitzschia microcephala</i>	NMIC	1	11	35,76	8,25	169,80	24,75	1347,52	286,52	7,73	0,35	65,10	15,03	50,26	10,38
<i>Nitzschia palea</i>	NPAL	6	4+5+8+11+12+21	15,08	11,22	28,30	83,64	293,00	433,92	7,98	0,52	18,77	43,38	8,17	6,59
<i>Nitzschia soratensis</i>	NSTS	3	4+5+19	19,94	8,01	2,44	10,54	231,23	94,16	8,42	0,45	14,16	14,39	10,63	4,37
<i>Nitzschia sp. n°36</i>	NZBO	5	7+8+12+19+21	13,02	14,75	14,97	23,34	202,10	249,11	7,79	0,47	23,72	64,81	5,51	3,64
<i>Nitzschia sp. n°37</i>	NSN1	1	11	32,10	5,68	356,79	109,35	2025,80	559,57	7,59	0,15	72,70	19,28	18,10	3,96
<i>Nitzschia tropica</i>	NTRO	5	4+5+7+8+19	11,19	7,09	3,12	8,50	140,68	112,97	8,42	0,50	6,93	11,94	6,39	3,96
<i>Nupela sp. n°1</i>	NUP1	1	15	0,25	6,22	0,35	45,47	5,86	1,08	6,34	0,23	0,30	15,24	0,31	0,02
<i>Planothidium lanceolatum</i>	PTLA	1	19	9,83	7,62	2,61	1,91	126,07	73,52	7,86	0,52	6,52	12,19	5,51	3,12
<i>Planothidium robustius</i>	PRBU	1	21	6,40	3,28	7,60	2,85	90,92	43,70	7,39	0,31	1,59	0,74	3,33	1,79
<i>Planothidium rostratum form. 1</i>	PRS1	5	8+12+16+20+21	5,29	3,39	5,59	5,46	78,53	57,06	7,72	0,35	1,52	1,82	2,91	1,72
<i>Rhicosphenia abbreviata</i>	RABB	7	5+7+8+12+19+20+21	17,27	12,26	5,23	11,43	207,25	146,56	8,07	0,45	19,57	33,51	8,26	4,74
<i>Rhopalodia hirundiniformis</i>	RHIR	6	4+5+7+8+19+20	14,16	7,67	3,13	5,59	169,84	97,47	8,50	0,76	11,01	16,13	7,66	3,84
<i>Sellaphora seminulum</i>	SSEM	4	8+11+19+21	9,14	8,89	36,50	111,26	245,98	494,25	7,85	0,59	9,06	23,40	5,73	6,97
<i>Seminavis sp. n°1</i>	SMN1	1	12	17,30	5,95	61,45	233,96	413,55	794,20	7,58	0,14	15,31	32,98	8,38	1,79
<i>Staurosirella aff. pinnata</i>	SPIN	2	8+12	12,07	4,64	14,02	15,85	203,69	147,43	7,98	0,44	5,59	6,54	6,81	2,29
<i>Stenopterobia sp. n°1</i>	STB1	1	15	0,51	1,18	0,57	0,98	14,27	14,30	6,01	0,81	0,34	0,20	0,52	0,64
<i>Tryblionella debilis</i>	TDEB	1	12	15,75	4,01	31,13	16,52	328,88	139,86	7,50	0,24	10,79	6,50	8,41	2,25
<i>Ulnaria lanceolata</i>	ULAN	4	4+16+20+21	8,39	4,56	5,80	3,37	115,06	55,36	7,85	0,74	2,28	4,27	4,81	2,63

Eolimna minima, espèce appartenant à 9 groupes de l'ARM, est confirmée comme espèce tolérante aussi bien aux perturbations anthropiques qu'à la minéralisation de l'eau, avec des valeurs de tolérance élevées. *Cocconeis euglypta* est ubiquiste, mais présente tout de même des valeurs de tolérance peu élevées concernant les paramètres liés à une pollution azotée et au pH. Les taxons inféodés au groupe 11 présentent toujours les optima les plus élevés pour les paramètres liés à une pollution comme l'ammonium, l'azote Kjeldahl, les orthophosphates ou le phosphore total. Il s'agit notamment de *Nitzschia sp.37*, *Gomphonema parvulum* f. *saprophilum* et *Cyclotella meneghiniana*. C'est aussi le cas d'espèces appartenant à plusieurs groupes dont le 11, comme *Mayamaea permitis*, *Achnanthydium exiguum*, *Fistulifera saprophila* ou encore *Nitzschia inconspicua*. Les taxons du groupe 15 se retrouvent tous en pH acide et dans des eaux peu minéralisées et présentent des optima élevés pour le carbone organique dissous s'expliquant par leur présence exclusive sur une station située dans des zones de tourbières (la Rivière des Marsouins à Bébour). Concernant la minéralisation de l'eau, les espèces obtenant les optima les plus élevés font partie des groupes 11 ou de la combinaison 11+12, alors que ceux avec les optima les plus faibles appartiennent aux groupes 15, 16 et 20. Pour le calcium, les taxons du groupe 4 (*Gomphoneis minuta*) ou des combinaisons 4+5 (*Diatoma vulgare*) et 4+5+autres (*Nitzschia soratensis*, *Amphora pediculus*, *Cocconeis pediculus...*), ont des optima élevés. Le pH retrace bien la logique des groupes obtenus par l'ARM avec de plus des valeurs de tolérance faibles. Les optima les plus élevés se retrouvent pour les taxons des groupes 4, 5, 7 et 8 (*Gomphoneis minuta*, *Cymbella excisa*, *Diatoma vulgare*, *Navicula capitatoradiata...*) alors que les plus faibles correspondent aux espèces indicatrices du groupe 15. Entre ces valeurs extrêmes, il existe un gradient qui des valeurs les plus faibles obtenues par les espèces du groupe 15 passe par celles appartenant aux groupes 16 (*Encyonopsis palmeti*, *Achnanthydium catenatum*), 20 (*Gomphonema angustivalva...*) et 21 (*Planothidium robustius*) ou de leurs combinaisons (*Navicula notha*, *Gomphonema afrhombicum*, *Achnanthydium sp. n°4*) pour atteindre les valeurs les plus élevées obtenues par *Gomphoneis minuta* indicatrice exclusive du groupe 4. Les préférences écologiques des taxons, déjà abordées par l'ARM sont donc bien confirmées par les moyennes pondérées.

3.4 Combspecies (De Cáceres 2012)

A la différence du IndVal multipattern (De Cáceres 2010), dont l'objectif est de caractériser la « taille » de la niche écologique du taxon, cette méthode permet de regrouper plusieurs taxons qui vont définir leur appartenance à un type de groupe particulier. Elle permet d'une manière rapide et simplifiée de relier un groupe défini à une combinaison d'espèces qui devient alors indicatrice de ce groupe.

Le tableau 22 présente le nombre de combinaisons trouvées pour chaque groupe. Quelques exemples de combinaisons sont donnés pour chaque groupe, l'ensemble des combinaisons est mis en annexe. Le processus de calcul a d'abord été conçu pour obtenir des combinaisons comportant au maximum trois taxons. Si aucune, ou très peu, de combinaisons n'avaient leur spécificité (A) égale à 1 dans un groupe, alors le processus a été reconduit sur celui-ci avec un plus grand nombre de taxons attribué à la combinaison.

La méthode a été appliquée sur certains relevés n'ayant pas fait l'objet de prélèvements physico-chimiques (Tableau 23). Les résultats obtenus permettent de prédire, à partir des inventaires diatomiques et des combinaisons retrouvées, à quel groupe de l'ARM appartient le relevé et donc d'en déduire ses caractéristiques environnementales.

Tableau 22. Nombres de combinaisons d'espèces et exemples de combinaisons.

<p>Groupe 4</p> <p>266 Combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>DVUL+GMAS+GMMI DVUL+GMMI+NPAL CEUG+DVUL+GMAS+GMMI CEUG+DVUL+GMMI+NPAL DVUL+GCLE+GMAS+GMMI DVUL+GCLE+GMMI+NPAL DVUL+GMAS+GMMI+NCPR</p>	<p>Groupe 5</p> <p>34 Combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>FVAU+NDIS+NSTS CAEX+FVAU+NDIS CAEX+GPRI+NDIS CAEX+NDIS+RABB CAEX+NFON+RABB GPRI+NDIS+NSTS NDIS+NSTS+RABB</p>	<p>Groupe 7</p> <p>19 Combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>FVAU+GBBO+MAPE+NAMP+NGRE MAPE+NGRE+NTRO+ULAN CEUG+MAPE+NGRE+NTRO+ULAN EOMI+MAPE+NGRE+NTRO+ULAN EORU+GBBO+MAPE+NAMP+NCTE GBBO+MAPE+NAMP+NCTE+NGRE GCLE+MAPE+NGRE+NTRO+ULAN</p>
<p>Groupe 8</p> <p>134 combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>APED+NCRY+PLFR APED+NVDA+PLFR NCPR+NVDA+PRS1 APED+ARPT+GCLE APED+ARPT+GMIN ARPT+NCPR+NVDA CPED+NESEC+NZBO DCOF+NCPR+NVDA</p>	<p>Groupe 11</p> <p>67 combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>ADEG+CMEN+NAS8 ADEG+CMEN+NINC FSAP+NSN1 ADEG+FSAP+NSN1 CMEN+NAFR+NAS8 FSAP+MAPE+NSN1 NMIC ADEG+CATO</p>	<p>Groupe 12</p> <p>118 combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>ADEG+APED+NESEC APED+NAS3 ADEG+APED+NAS3 ADEG+HGHA+NAS3 APED+EOMI+NAS3 APED+HGHA+NAS3 APED+NAS3+NESEC APED+NAS3+NZBO</p>
<p>Groupe 15</p> <p>830 combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>BBRE ADBE+BBRE ADBE+BBRE+CRCD ADBE+BBRE+EMIN ADBE+CRCD+KBEB BBRE+CRCD+KBEB BBRE+EMIN+STB1 CRCD+EMIN+KBEB</p>	<p>Groupe 16</p> <p>73 combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>ADNA+ECP1 ADBE+ECP1 ECP1+FRA3 ECP1+NNOT ADBE+CEUG+ECP1 ADBE+ECP1+FRA2 ADCT+ADNA+ECP1 ADNA+ECP1+ULAN</p>	<p>Groupe 19</p> <p>226 combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>ARPT+FVAU+GMAS+PTLA+SSEM GMAS+MAPE+NSTS+NZBO+SSEM ARPT+DCOT+GMAS+PTLA ADNA+GBBO+GMAS+MAPE+SSEM ADSH+ARPT+DCOT+GMAS+PTLA FRA1+NAS2+NTRO+NZBO+PTLA GMAS+NAS2+PRS1+PTLA+SSEM CEUG+NAS2+NSN2+PTLA</p>
<p>Groupe 20</p> <p>321 combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>EADN+GBRA+PRS1 ADBE+EADN ADBE+EADN+GARB ADBE+EADN+GPRI ADBE+EADN+NAMP ADBE+EADN+PRS1 EADN+EOMI+NXX5 EADN+GARB+GPRI</p>	<p>Groupe 21</p> <p>811 combinaisons de taxons avec A=1</p> <p>FRA2+PRBU+ULAN ADSH+GBOB+NESEC+PRBU CEUG+FRA2+PRBU+ULAN EOMI+FRA2+PRBU+ULAN FRA2+MVAR+PRBU+ULAN NVDA+PRBU+ULAN ADNA+FRA2+NZBO+ULAN ADSH+FRA2+PRBU+ULAN</p>	

Tableau 23. Prédiction de l'appartenance à un groupe de l'ARM selon une combinaison d'espèces.

Station	Campagne	Code station	Combinaison caractéristique	Groupe
Le Bras des étangs aux anciens thermes	Oct/Nov 2008	BEAA	ADNA+NDIS+CAEX	5
	Avr/Mai 2009	BEAB	ADNA+NDIS+CAEX	5
	Oct/Nov 2009	BEAC	ADNA+NDIS+CAEX	5
	Avr/Mai 2010	BEAD	ADNA+NDIS+CAEX	5
	Oct/Nov 2010	BEAE	ADNA+NDIS+CAEX	5
La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52	Oct/Nov 2008	FJAA	CAEX+NFON+RABB	5
	Avr/Mai 2009	FJAB	ADNA+CAEX+NDIS	5
	Oct/Nov 2009	FJAC	CAEX+CPED+GPRI	5
	Oct/Nov 2010	FJAE	CAEX+CPED+GPRI	5
La Rivière des Galets à Marla	Oct/Nov 2008	GLAA	CPED+GPRI+NSTS	5
La Rivière du Mât à l'embouchure	Avr/Mai 2009	MADB	ADNA+CAEX+NDIS	5
	Oct/Nov 2009	MADC	CAEX+CPED+GPRI	5
	Avr/Mai 2010	MADD	NDIS+NFON	5
	Oct/Nov 2010	MADE	DVUL+EOMI+NFON	5
	Oct/Nov 2011	MADF	APED+NFON+RABB	5
Le Bras de Caverne amont confluence Rivière du Mât	Oct/Nov 2010	CVAE	EORU+NSOL+PLFR	8
La Rivière des Pluies embouchure	Avr/Mai 2009	PLCB	MAPE+NAS8	11
	Oct/Nov 2010	PLCE	AMUS+NCPR+NESE	8
La Ravine de l'Etang de Grand Etang	Avr/Mai 2010	ETAD	ECP1+UBIC	16
La Ravine des sept bras à Cap Blanc	Oct/Nov 2008	LGAA	ARPT+GMAS+NAMP+NZBO+PTLA	19
	Avr/Mai 2009	LGAB	ARPT+FVAU+GMAS+PTLA+SSEM	19
	Oct/Nov 2009	LGAC	GMAS+MAPE+NSTS+NZBO+SSEM	19
	Oct/Nov 2010	LGAE	GMAS+MAPE+NSTS+NZBO+SSEM	19
La Rivière Langevin à Cascade Grand Galet	Oct/Nov 2008	LGBA	ARPT+GMAS+NAMP+NZBO+PTLA	19
Le Bras de la Plaine amont captage	Avr/Mai 2009	PNAB	ARPT+GMAS+NAMP+NZBO+PTLA	19
	Avr/Mai 2010	PNAD	ARPT+GMAS+NAMP+NZBO+PTLA	19
La Rivière des Roches à Abondance	Avr/Mai 2009	ROCB	ARPT+FVAU+GMAS+PTLA+SSEM	19
Le Bras Pétard Libéria	Oct/Nov 2010	PTAE	FRA2+PRBU+ULAN	21
La Rivière Sainte-Suzanne amont cascade Niagara	Oct/Nov 2010	SZBE	FRA2+PRBU+ULAN	21

3.5 Synthèse IDR

Les différentes versions de l'IDR sont le fruit d'un travail de collaboration avec l'équipe d'Irstea Bordeaux qui a visé à élaborer, puis à optimiser un nouvel indice diatomique dédié au contexte biogéographique de la Réunion. Il a tout d'abord été bâti en utilisant les données de terrain et d'inventaires acquises lors de ce travail de thèse, puis conforté et optimisé par la suite en étoffant le jeu de données initial avec des suivis de routine réalisés dans le cadre des réseaux de surveillance 2011 et 2012. Le détail de la construction des différentes versions de l'indice se retrouvent dans une succession de rapports et de notes techniques ayant accompagné l'élaboration et l'amélioration de l'indice (Boutry *et al.* 2012, 2013). L'indice ayant été stabilisé dans une forme définitive fin 2013, ces travaux vont maintenant faire l'objet d'une publication. Une synthèse de la démarche mise en œuvre est présentée ci-dessous.

Les données utilisées pour l'élaboration de la première version de l'Indice Diatomique Réunion (Boutry *et al.* 2012) sont légèrement différentes de celles utilisées pour l'arbre de régression multivariable. Les données d'inventaires et de chimie émanant des réseaux de surveillance 2011 et 2012 n'ont pas été incluses, en effet, elles n'étaient pas encore disponibles au moment de son élaboration. Tous les inventaires diatomiques disponibles ont été mis en relation avec les données environnementales de toutes les stations, soit 269. Pour cela, les données abiotiques manquantes ont fait l'objet d'une reconstitution à « dire d'expert ».

La figure 31 représente l'organigramme de la démarche d'analyse de données réalisée pour l'élaboration de l'indice.

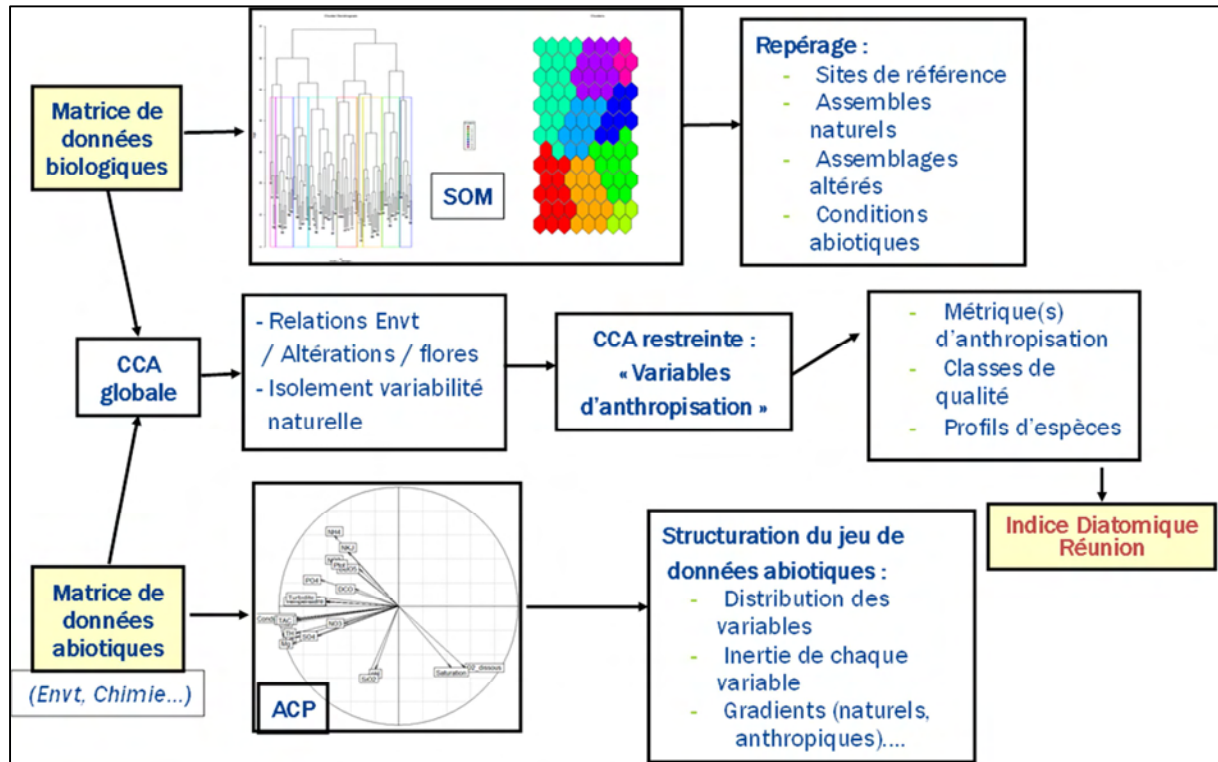


Figure 31. Organigramme des analyses statistiques menées pour l'élaboration de l'IDR (Boutry et al. 2012).

La biotypologie a été réalisée à l'aide d'une technique neuronale non supervisée, la SOM (Self Organizing Map) (Kohonen 1982). Cette analyse a souvent été utilisée dans le domaine de l'écologie et sur de nombreuses communautés-cibles, notamment les diatomées benthiques des cours d'eau (e.g. Tison et al. 2005). Ses avantages sont de ne pas contraindre, par un seuillage arbitraire imposé par des limites techniques de l'outil, le nombre des espèces prises en compte pour étudier la structuration des communautés, et de permettre une visualisation résumée dans un plan (le plan de la SOM) de la structuration multidimensionnelle des assemblages et de la typologie. De plus, elle s'accommode d'une non-normalité de la distribution des données et n'a pas besoin non plus d'hypothèse a priori à tester pour en étudier la structure. Une transformation $\log(x+1)$ sur la matrice de données (x_i = abondance relative de l'espèce i) a été réalisée afin d'amplifier le message des espèces en faibles abondances relatives par rapport aux dominantes. La distance mathématique utilisée est la distance Euclidienne. Cette procédure a permis de définir 8 biotypes (Tableau 24).

Tableau 24. Les 8 biotypes diatomiques de La Réunion (Boutry *et al.* 2012)

Groupe diatomique	Préférences abiotiques
1	Conductivité élevée (moyenne > 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) + épisodes halins naturels. Eaux alcalines, calcaires, très carbonatées. Faible altitude moyenne (quelques m). Groupe sous la plus forte influence anthropique, pollutions composites importantes (C. Org., formes de l'azote, PO_4 ...).
2	Eaux fortement minéralisées (conductivités entre 250 et plus de 500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), mais pas d'influence haline naturelle. Fortes teneurs en calcium, faible altitude moyenne (< 50m), altération organique modérée mais fort enrichissement en azote inorganique, notamment nitrates
3	Eaux peu minéralisées de substratum volcanique (<100 $\mu\text{S}/\text{cm}$), peu carbonatées, altitude moyenne (150 à 300 m). cortèges plutôt d'eaux fraîches (hiver austral)
4	Eaux de conductivités moyennes (200 à 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sous influence de roches carbonatées et de sources thermales, bien dotées en calcium et en carbonates altitudes moyennes (400 à 600 m). Conditions proches du groupe 8, mais cortèges plutôt d'eaux fraîches (Côte Est, incursions à l'Ouest en hiver austral).
5	Eaux très peu minéralisées (<50 $\mu\text{S}/\text{cm}$) et acides, d'altitude importante (800 à 1000m), COD d'origine naturelle (tourbières)
6	Conditions proches des clusters 7 et 3 : Eaux peu minéralisées de substratum volcanique (<100 $\mu\text{S}/\text{cm}$), peu carbonatées, altitude moyenne (150 à 300 m), mais flores un peu dégradées par des pollutions diffuses et organiques modérées
7	Eaux peu minéralisées de substratum volcanique (<100 $\mu\text{S}/\text{cm}$), peu carbonatées, altitude moyenne (150 à 300 m). Conditions proches du 3, mais cortèges plutôt thermophiles (été austral)
8	Eaux moyennement minéralisées (environ 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$) sous influence de roches carbonatées, altitudes moyennes (350-450 m), flores plutôt thermophiles

Les deux analyses n'ayant pas mobilisé la même technique, ni tout-à-fait la même assise de données, ne serait-ce que pour un problème pratique lié aux dates de réalisation et de restitution contractuelle du travail, ni le même niveau de coupe (nombre de clusters), elles ne peuvent pas donner exactement les mêmes résultats. Toutefois, les typologies convergent assez fortement et on peut observer une bonne concordance entre les biotypes définis par la SOM et ceux de l'ARM :

- le groupe diatomique 5 correspond aux groupes 15, 16 et 20 de l'ARM,
- le groupe diatomique 1 correspond au groupe 11 de l'ARM,
- le groupe diatomique 2 correspond au groupe 21 de l'ARM,
- le groupe diatomique 4 correspond aux groupes 4 et 5 de l'ARM,

- les groupes 3, 6, 7 et 8 de la SOM se rapprochent des groupes 7, 8, 19 et 21 de l'ARM

Une ACP (Analyse en Composantes Principales) a été menée pour connaître la structure des données abiotiques. Une première ACC (Analyse Canonique des Correspondances), dite ACC complète, a été faite pour mettre en relation gradients abiotiques et réponses biologiques, avec une prise en compte d'un large éventail de descripteurs abiotiques incluant les principales variables abiotiques naturelles, ainsi que celles influencées par l'anthropisation. Cette analyse exploratoire a servi à repérer les principaux forçages abiotiques et leurs répercussions sur la distribution des espèces de la Réunion.

Une seconde ACC, dite « ACC restreinte », a ensuite été mise en œuvre sur la base de neuf descripteurs abiotiques fortement influencés par l'anthropisation (déficit de saturation en oxygène, matières en suspension, DBO5, DCO, azote Kjeldahl, ammonium, nitrates, phosphore total et orthophosphates). Elle a visé, en s'affranchissant de la variabilité liée à la structuration naturelle des communautés, à élaborer un gradient synthétique d'altération (le GCMA) résumant le niveau d'altération anthropique au site et à la date, et à repérer le positionnement de chaque taxon par rapport aux classes de qualité de l'eau découlant du découpage de ce gradient. Un profil de qualité a été attribué aux taxons suffisamment occurants et abondants, pour qu'il soit possible de leur en calculer un, jugé suffisamment fiable. L'élaboration à proprement parler de l'indice correspond à la méthode de prise en compte du profil des espèces constitutives et à la formule de calcul. Son utilisation permet de calculer les notes indicelles des sites aux dates d'étude à partir de la composition spécifique des relevés.

Le fonctionnement de la première version de l'indice se base sur un jeu d'espèces sentinelles utilisant les profils de qualité. Deux types d'espèces ont été définis, des espèces tolérantes (Taxons indicateurs "-"), et les autres taxons considérés comme des taxons non synonymes d'altération anthropique (Taxons indicateurs "+"). 172 espèces sont utilisées dans l'indice à partir des 343 du jeu de données choisies. Tous ces taxons ont une occurrence supérieure ou égale à 3. Les taxons indicateurs "-" sont au nombre de 48 et les restants sont les taxons indicateurs "+".

La formule permettant le calcul de l'IDR pour un relevé est la suivante :

$$IDR_{(-100,100)} =$$

$$[\sum Ab^+ * nb\ taxon^+ / RS] - [\sum Ab^- * nb\ taxon^- / RS] / Tot / 100$$

$$IDR_{0-20} = \frac{100 + [IDR_{(-100,100)}]}{10}$$

Avec :

- $\sum Ab^+$: la somme des abondances relatives des taxons "+",
- $\sum Ab^-$: la somme des abondances relatives des taxons "-",
- Tot. : la somme des abondances,
- $nb\ taxon^+$: le nombre de taxons "+",
- $nb\ taxon^-$: le nombre d'espèces "-",
- RS : la richesse spécifique du relevé c'est à dire le nombre de taxons différents présents dans le relevé et faisant partie de l'assise de l'indice.

Cette première version de l'IDR a permis de donner un diagnostic relativement conforme de la qualité de l'eau. Néanmoins, quelques problèmes restaient à résoudre :

- au Nord et au Sud, les zones de transition climatique, l'indice est instable sur certaines situations de référence ou sans altération notable.
- Le niveau de saprobie naturellement plus élevé à la Réunion que dans le contexte métropolitain. Cela peut s'expliquer par la production de matières fermentescibles (fruits, pièces florales...) par les espèces végétales sauvages en bordure du cours d'eau, dans des conditions de température favorables à leur altération rapide.
- La liste restreinte de taxons d'alerte avec un poids d'altération équivalent, repérés sur quelques sites très pollués à l'aval de bassins versants, qui entraîne un manque de progressivité de l'indice.

Depuis l'élaboration de la première version de l'IDR, de nouvelles informations sont devenues disponibles, à savoir :

- les résultats d'analyses spécifiques de données présentés précédemment dans ce manuscrit,
- 76 nouveaux relevés acquis dans le cadre des réseaux de surveillance au cours des années 2011 et 2012.

Ces nouveaux relevés, ainsi que la connaissance formalisée de l'écologie des taxons et assemblages présentée dans cette thèse, ont pu être intégrés dans une nouvelle version de l'IDR (Boutry *et al.* 2013). Les profils écologiques de taxons sont bâtis sur quatre classes de

qualité au lieu de cinq dans la première version, à partir du gradient de valeurs du CGMA (gradient composite multimétrique incluant un gradient abiotique d'anthropisation et un gradient biotique basé sur la matrice-réponse des taxons dans la CCA restreinte).

Ce nouvel indice s'appuie désormais sur les profils de qualité de 191 taxons constitutifs (annexe 7) :

- 11 taxons à l'écologie halophile, qui arrivent dans le cours d'eau du fait de l'influence littorale et sans aucun rapport avec l'anthropisation, ne sont plus pris en compte dans l'effectif du relevé participant au calcul d'indice et n'ont plus aucun statut interprétable, ni de « Taxon + », ni de taxon d'alerte dans l'indice.
- 125 taxons non pourvus d'un message écologique particulier au sens de l'altération anthropique sont considérés comme « Taxons + ».
- 55 taxons sont considérés comme taxons d'alerte. Ils se ventilent désormais en 3 catégories : 17 Taxons³⁻, 21 Taxons²⁻, 17 Taxons⁻, chacune de ces catégories étant dotée d'une valence d'altération différente et participant donc de façon différentielle au calcul de la note d'indice.

Le calcul du nouvel IDR se fait selon la formule :

$$\begin{aligned}
 \text{Indice}_{\text{site}} = & \left(\sum Ab_{\text{relative}}^+ * (\text{NbrEsp}^+ / RS) \right) \\
 & - \left(1 * \left(\sum Ab_{\text{relative}}^- * (\text{NbrEsp}^- / RS) \right) \right) \\
 & - \left(3 * \left(\sum Ab_{\text{relative}}^{--} * (\text{NbrEsp}^{--} / RS) \right) \right) \\
 & - \left(5 * \left(\sum Ab_{\text{relative}}^{---} * (\text{NbrEsp}^{---} / RS) \right) \right)
 \end{aligned}$$

$$\text{Indice}_{\text{site}/20} = \frac{\text{Indice}_{\text{site}} - (5 * 100)}{(\max(\text{Indice}_{\text{site}}) - (5 * 100))} * 20$$

La création des classes d'anthropisation est élaborée selon le schéma illustré par la figure 32.

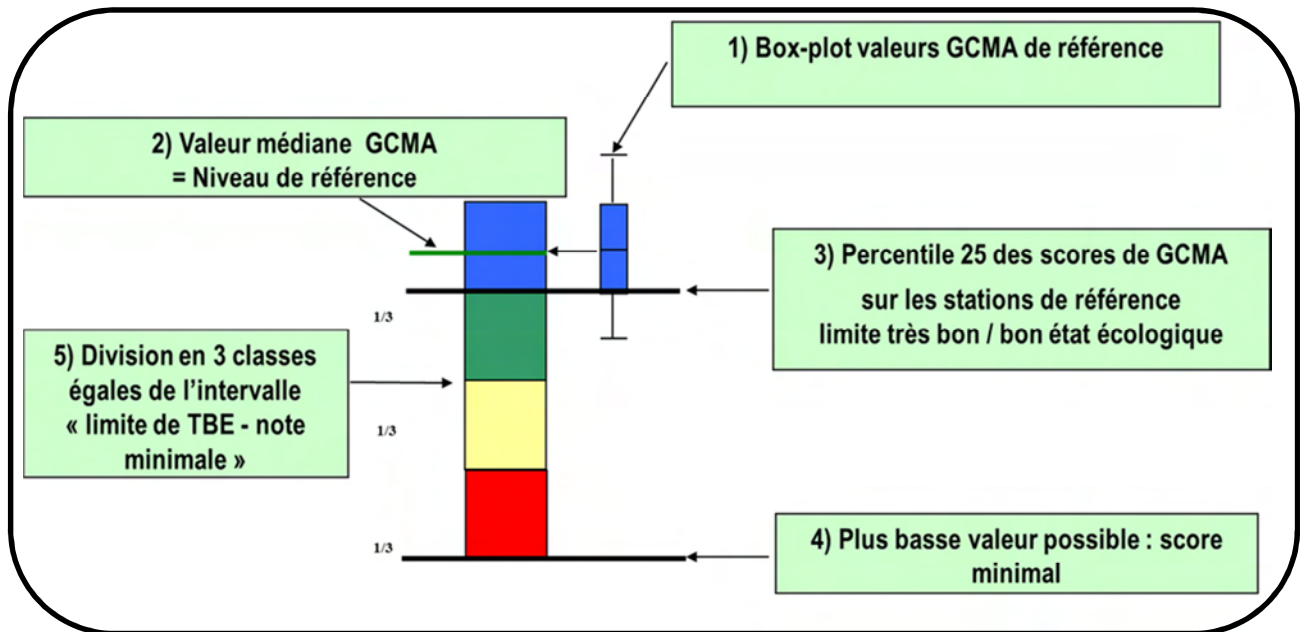


Figure 32. Création des classes d’anthropisation (Boutry *et al.* 2013). Domaine de référence = percentile 75 des relevés de référence (Classe 5 : TBE). Division du reste du gradient en 4 classes d’altération équivalents (4 : BE ; 1 : TM)

Les cartes de qualité obtenues avec le nouvel IDR sont illustrées en annexe 8. Elles sont construites sur la base des niveaux de référence d’EQRs, avec 2 grilles différenciées :

- une grille s’appliquant sur la Zone Est,
- une grille s’appliquant sur la Zone Ouest, à laquelle se greffent les cours d’eau des zones de transition Nord (Rivière St Denis, Rivière des Pluies) et Sud (Rivière Langevin, Rivière des Remparts).

Zone	Référence	TBE-BE	BE-EM	EM-ME	ME-TME
Est	1	<0,9875	<0,94	<0,76	<0,42
Ouest	1	<0,98	<0,94	<0,76	<0,42

Figure 33. Grilles de classement de qualité des sites calée sur les deux grilles d’EQRs (Boutry *et al.* 2013).

Le nouvel IDR, qui s’appuie sur une utilisation plus raffinée des profils de qualité des espèces constitutives, apporte une notation de l’altération et des classifications d’état des relevés très

intelligibles et conformes aux référentiels de physico-chimie acquis pendant le programme de recherche, ainsi qu'à l'avis des experts de terrain sur l'altération des sites.

Conclusions et perspectives



La flore des diatomées des cours d'eau pérennes de La Réunion n'avait été abordée jusqu'alors que par quelques études et publications éparses qui ne prétendaient pas approcher les flores dans leur ensemble, mais qui visaient à décrire des taxons découverts à l'occasion de missions ayant permis la réalisation d'échantillonnages. De ce fait, la flore diatomique de la Réunion restait encore très méconnue sur le plan taxonomique et plus encore sur le plan écologique, faute de description des conditions abiotiques et notamment chimiques des milieux permettant de cerner les préférences abiotiques précises des quelques taxons décrits. En retenant un plan d'échantillonnage large caractérisé par 307 relevés répartis dans les différentes HER de l'île et sur plusieurs campagnes de collecte lors des deux saisons différentes, la recherche menée dans le cadre de cette thèse a permis de réaliser une étude particulièrement approfondie de la flore de ces diatomées épilithiques. Les principales informations acquises, de nature fondamentale et également appliquée sont :

- des connaissances sur la biodiversité de ces milieux très particuliers, marqués par des régimes torrentiels alternés par des débits d'étiage qui peuvent être particulièrement bas,
- des connaissances sur l'autoécologie des espèces et des précisions sur la sensibilité ou au contraire la résistance des espèces selon les paramètres abiotiques,
- des connaissances sur leur répartition selon la variabilité naturelle, la Réunion étant caractérisée par un grand nombre de conditions géochimiques et climatiques différentes pour un si petit territoire,
- des connaissances sur les assemblages diatomiques caractéristiques des différentes conditions rencontrées.

Ce travail de recherche a aussi servi de base à la mise en place d'un outil appliqué, l'IDR (Boutry *et al.* 2012, 2013) dont la version finale, intègre la prise en compte de toutes les données taxonomiques et autoécologiques disponibles pour sa réactualisation (calculs finaux du 01-10-2013). Le travail de collaboration avec l'Irstea de Bordeaux a donc permis d'expertiser et d'intégrer le maximum d'informations complémentaires utiles sur la connaissance de l'écologie des taxons procurée :

- par les résultats d'analyses spécifiques de données réalisées dans cette thèse,

- par l'assise étendue apportée par les 76 nouveaux relevés acquis dans le cadre des réseaux de surveillance, dont j'ai moi-même pris en charge l'échantillonnage et les déterminations-comptages, au cours des années 2011 et 2012.

Le nouvel IDR (Boutry *et al.* 2013), qui s'appuie sur une utilisation plus raffinée des profils de qualité des espèces constitutives (*cf.* Annexe 7 : trois catégories différentes de taxons d'alerte dotées de scores graduels d'altération, non-prise en compte dans l'effectif du relevé et en bio-indication des taxons halophiles), converge avec les avis d'experts-terrain et avec le référentiel de chimie correspondant aux relevés. Le nouvel IDR se révèle donc sensible et performant pour le diagnostic de pollution anthropique.

Cette méthode de bioindication sera utile aux gestionnaires pour appréhender la qualité biologique des milieux lotiques de leur île et permettre le « reporting » au niveau européen.

De nombreuses espèces, notamment celles retrouvées sur les stations les plus dégradées, sont quant à elles plus communes et correspondent à celles retrouvées en Europe continentale. Un grand nombre de taxons sont caractéristiques des zones subtropicales ou tropicales. Bien qu'un certain nombre d'entre eux restent à décrire, le plus souvent du fait d'une faible présence dans les inventaires, ce travail a permis de définir une base sur laquelle de futures études pourront s'appuyer. Certains taxons, notamment sur la Rivière des Marsouins à Bébour, la Ravine de l'Etang à Grand Etang et le Bras des Lianes semblent endémiques de l'île. Cinq d'entre eux, *Kobayasiella bebourensis*, *Encyonopsis cilaosensis*, *E. palmeti*, *Crucicostulifera bebourensis* et *Achnanthidium palmeti* ont fait l'objet de publications. Neuf autres considérés comme endémiques restent à décrire plus précisément. Les espèces potentiellement endémiques sont nombreuses. Pour certaines, il ne manque que des investigations au microscope électronique pour confirmer ou infirmer leur statut et permettre une description plus précise. Pour celles qui sont assez rares dans les relevés, une difficulté de plus pourra se poser, à savoir la nécessité d'accéder à une population suffisante pour bien en décrire le type.

La surveillance des cours d'eau réunionnais se fait maintenant en routine dans le cadre des réseaux et quelques études commencent à s'appuyer sur l'IDR, ce qui va permettre non seulement de suivre la qualité globale des cours d'eau, mais aussi d'approfondir la taxinomie des espèces rencontrées et de compléter les connaissances déjà acquises sur la biodiversité de ces milieux.

L'ensemble des précautions appliquées durant la phase de prélèvement, nécessaire à la reproductibilité des résultats d'une méthode de bioindication à application standardisée, a certainement diminué la richesse en taxons recueillie lors de ce travail. Mais le but premier n'était pas l'acquisition d'une connaissance exhaustive sur la flore diatomique Réunionnaise. Cette connaissance taxinomique pourra aussi s'enrichir dans un deuxième temps par l'étude de taxons liés à d'autres substrats des cours d'eau (épiphyton, épipélon...), ainsi que par l'étude d'autres types de milieux aquatiques continentaux comme les plans d'eau ou les cours d'eau intermittents (Barthes, thèse en cours).

Les diatomées de La Réunion étudiées lors de ce travail, comme d'autres flores spécifiques à certaines régions, permettent d'amoindrir l'idée d'un cosmopolitisme des différentes espèces par l'utilisation moins systématique des flores européennes (Hustedt 1927-1966, Krammer & Lange-Bertalot 1986-1991), qui, d'une certaine façon, forçait la détermination des taxons par des noms européens (Tyler 1996, Kociolek & Spaulding 2000).

De plus, des études détaillées semblent montrer que les espèces communes en eau douce sont en fait des variantes régionales d'un même taxon (Kilroy 2007). Cette idée devrait se développer de plus en plus avec les nombreuses recherches en biologie moléculaire. Une étude récente (Kermarec 2013) a par exemple montré que *Gomphonema parvulum*, espèce très répandue dans les eaux Européennes, et identifiée comme telle dans des relevés tropicaux (Réunion, Mayotte) présente en fait des distances génétiques entre quatre clades en harmonie avec des distances interspécifiques. Des expériences de croisement ainsi que d'autres souches seront tout de même nécessaires pour conclure définitivement sur le niveau taxinomique de ces différents clades. L'approche par la biologie moléculaire et le séquençage des espèces de diatomées de La Réunion permettra aussi à l'avenir de préciser leur taxinomie ; ce travail a déjà été initié par Kermarec (2012). Il est envisageable que la biologie moléculaire devienne une technique d'avenir à l'appui de problèmes rencontrés, permettant par exemple de conforter un diagnostic d'espèce ou de différencier des espèces morphologiquement proches, mais génétiquement différentes. Cependant, son emploi systématique et exclusif changerait complètement le système de repères attaché à la notion d'espèce et nécessiterait une refonte complète de la taxonomie des diatomées, forcément différente, mais pas forcément plus pertinente. L'écologie associée aux taxons serait aussi complètement à réviser sur ces nouvelles bases. Au final, la plus-value globale de ce chantier très lourd, qui modifierait tous les repères et rendrait désuète toute la connaissance accumulée, n'est pas évidente et reste à établir.

A l'appui de la détermination morphologique classique, Kilroy (2007) conclut que dans pratiquement tous les cas, les taxons peuvent être séparés morphologiquement si les précautions d'usage (microscopie électronique et comparaison au matériel type à partir d'illustrations de bonne qualité ou observation du matériel type) ont été prises.

Enfin, il reste à signaler que la notion d'endémisme, considérée pour l'instant au niveau d'espèces décrites sur critères morphologiques, pourrait aussi avoir une déclinaison sur la base d'autres critères. Outre l'aspect génétique pré-évoqué, il est envisageable que des taxons à morphologie similaire rencontrés en des endroits très différents du globe soient considérés dans la même espèce sur cette base, mais soient dotés d'une écologie franchement différente (elles peuvent avoir été sélectionnées sur place depuis longtemps dans un cortège de forçages environnementaux très différents et ne plus avoir la même écologie, ce qui est aussi un critère de spéciation non automatiquement associé à des différences morphologiques).

C'est dans ce contexte peu stabilisé qu'il a été jugé préférable dans ce programme de recherche d'associer relevés taxonomiques locaux et conditions écologiques abiotiques locales, ce qui constitue la meilleure garantie de pertinence biogéographique des référentiels et des outils d'application générés.

Les analyses statistiques menées sur les données regroupées lors de ce travail ont permis de définir les différentes communautés diatomiques présentes à La Réunion. L'Arbre de Régression Multivariable (ARM), méthode utilisée notamment sur les plantes supérieures, est un type de groupement sous contrainte. L'application de cette méthode a abouti à l'obtention de 11 groupes selon le choix des paramètres abiotiques effectué. Une extension de la méthode IndVal, l'IndVal « multipattern », a permis de sélectionner 95 taxons comme indicateurs. L'ARM complétée par l'utilisation de l'IndVal « multipattern » montre une convergence de typologie avec les communautés diatomiques trouvées lors de l'étude d'élaboration de l'IDR qui utilisait pour sa part une carte auto-organisatrice (SOM : Self Organizing Map).

Cinq zones géographiques se distinguent :

- la zone des cirques (Mafate, Cilaos et Salazie),

- la zone Sud (aval de la Rivière des Marsouins, la Rivière de l'Est, la rivière Langevin, la rivière des Remparts et le Bras de La plaine),
- les stations très proches du littoral,
- la zone d'un ancien cirque, le cirque des Marsouins, comblé par les laves des dernières éruptions du Piton des Neiges,
- la zone Est, constituée par les cours d'eau de versants,
- la zone Nord et la Ravine Saint Gilles à l'Ouest.

L'interprétation des inventaires diatomiques sera facilitée avec l'obtention d'une note synthétique de qualité globale de l'eau (note d'IDR) complétée par les informations apportées par les espèces indicatrices (IndVal « multipattern ») et leurs caractéristiques autoécologiques.

La formalisation de connaissance qui a été possible à la fin de ce travail présente encore des limites et des marges d'amélioration. La conception de l'IBD 2007 (Indice Biologique Diatomées 2007), méthode normalisée utilisée en France métropolitaine, est basée sur 812 espèces dont l'écologie a été calculée à partir de 2802 inventaires (Coste *et al.* 2009). Pour le moment à La Réunion, l'assise de données est bien sûr moins conséquente : 343 taxons ont été identifiés et l'IDR, construit sur la base de 345 relevés collectés en seulement cinq années d'étude et sept campagnes de prélèvements, est basé sur 180 taxons constitutifs. 11 taxons halophiles ayant été dotés d'un profil, 152 taxons, pas forcément utiles à la bio-indication d'ailleurs, n'ont pas pu se voir calculer un profil de qualité, soit 44% des taxons désormais reconnus. Le jeu de données, qui va continuer régulièrement de s'accroître à l'avenir, permettra de préciser l'écologie des espèces et donc la prédiction de la qualité de l'eau (pollutions trophiques et organiques) à partir de la composition des communautés.

Les combinaisons de plusieurs taxons (méthode « combspecies ») pour définir à quel type de communauté diatomique elles appartiennent, pourraient permettre de simplifier le protocole au microscope en ne se concentrant que sur un petit ensemble d'espèces qui ont une valeur prédictive élevée (annexe 6). Pour un relevé d'un site, si une combinaison d'espèce avec une valeur prédictive élevée est trouvée, alors il pourra être attribué au groupe de sites défini antérieurement par l'ARM, et prédire ainsi les différentes conditions environnementales du site prélevé.

L'approche « traditionnelle » par les moyennes pondérées a permis aussi de caractériser l'auto-écologie des taxons (optimum, tolérance) pour les principaux paramètres abiotiques.

D'autres approches à partir de modèles linéaires (GLM, GAM...) ou encore à partir d'arbres univariés, pourront être menées pour préciser l'écologie des diatomées réunionnaises.

La matrice des relevés floristiques est constituée par les abondances relatives à l'espèce, données les plus complètes que l'on puisse obtenir pour les diatomées. Dans le cadre d'études complémentaires, elles pourront facilement être transformées en données de présence/absence. Les taxons pourraient être aussi classés différemment :

- en guildes, c'est-à-dire en catégories d'espèces qui dépendent de leur forme de croissance et de leur position dans le biofilm (Passy 2007),
- selon leurs traits de vie (benthiques, planctoniques, mobiles, coloniales, pédonculées, tubes muqueux, pionnières),
- selon leur biovolume ou classe de taille.

Sur l'assise de données ici constituée, de futurs travaux qu'il n'a pas été envisageable d'aborder dans le cadre de mon travail pourront explorer l'intérêt de la piste des traits écologiques ou fonctionnels pour le diagnostic d'état des milieux. Concernant l'écologie des communautés, ces référentiels pourraient aussi être utilisés pour étudier, notamment, l'influence des relations biotiques entre espèces.

Des formes tératologiques de diatomées ont pu être observées lors de certaines campagnes sans que la cause n'ait pu être clairement démontrée, faute d'avoir pu analyser le bon paramètre explicatif (une hypothèse toxique domine en pareil cas). Moyennant une bonne description des pollutions toxiques par l'analyse chimique, il serait envisageable dans le futur d'étudier des métriques diatomiques répondant plus spécifiquement à ce type d'altération et de les intégrer dans un indice multimétrique capable de prendre en charge le diagnostic de ce type de pollution. Même si la conception d'un tel outil n'est pas forcément simple, elle est malgré tout envisageable et serait notamment intéressante pour permettre un diagnostic amélioré de bassins versants soumis à une importante utilisation des phytosanitaires en agriculture.

Bibliographie

Adl S., Simpson A., Farmer M., Andersen R., Anderson O., Barta J., Bowser S., Brugerolle G., Fensome R., Fredericq S., James T., Karpov S., Kugrens P., Krug J., Lane C., Lewis L., Lodge J., Lynn D., Mann D., Mccourt R., Mendoza L., Moestrup O., Mozley–Standridge S., Nerad T., Shearer C., Smirnov A., Spiegel F. et Taylor M. (2005) The new higher level classification of Eucaryotes with emphasis on the taxonomy of Protists. *Journal of Eukaryotic Microbiology* 52(5). pp. 399–451.

AFNOR (2007). *Qualité de l'eau – Détermination de l'indice biologique diatomées (IBD)*. Norme NF T90–354 Dec.2007. 79p.

Anonyme, 2009. *Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de La Réunion 2010–2015*. Comité de Bassin de la Réunion. 115 pp.

Astorga, A., Oksanen, J., Luoto, M., Soininen, J., Virtanen, R. & Muotka, T. (2012) Distance decay of similarity in freshwater communities: do macro- and microorganisms follow the same rules ? *Global Ecology and Biogeography* 21 : 365–375.

Baas–Becking, L. (1934) *Geobiologie of inleiding tot de milieukunde*, Volume 18. WP Van Stockum & Zoon.

Balfour–Browne, J. (1954) Descriptions of Four New Species of Hydrophilidae from Mauritius and Réunion. *The Mauritius Institute Bulletin*, 3, 4, 227–233.

Bate, G.C., Smailes, P.A. & Adams, J.B. (2004) *Benthic diatoms in the rivers and estuaries of South Africa*. WRC Report No. TT 234/04. Water Research Commission. Pretoria.

Beaver, J. (1981) *Apparent ecological characteristics of some common freshwater diatoms*. Ontario Ministry of the Environment, Don Mills.

Bère, T. & Tundisi, J.G. (2009) Biological monitoring of lotic ecosystems: the role of diatoms. *Brazilian Journal of Biology* 70 : 493–502.

Biggs, B.J.F., Stevenson, R.J. & Lowe, R.L. (1998) A habitat matrix conceptual model for stream periphyton. *Archiv fur Hydrobiologie* 143 : 21–56.

- Birks, H.J.B., Line, J.M., Juggins, S., Stevenson, A.C., & ter Braak, C.J.F. (1990) Diatoms and pH reconstruction. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B*, 327, 263–278.
- Blanchard, F. (2000). *Guide des milieux naturels La Réunion Maurice Rodrigues*. Editions Ulmer, 384p.
- Blandin P. (1986). Bioindicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bulletin d'Ecologie*, 17 : 215–307.
- Borcard, D., Gillet, F. & Legendre, P. (2011) *Numerical ecology with R*. Springer, New York. pp. 306.
- Bourrelly, P. & Couté, A. (1986) Algues d'eau douce de l'île de la Réunion (Diatomées exclues). *Cryptogamie. Algologie*, Elsevier, Paris, 7 : 87–121 (2 pl.).
- Boutry, S., Gassiole, G., Rosebery, J., Giraudel, J.L., Pérès, 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*. 128 p.
- Boutry, S., Gassiole, G., Coste, M., Rosebery & Delmas, F. (2013) *Note de travail sur l'optimisation de l'Indice Diatomique Réunion : « De l'IDR_V1 à l'IDR_V5 / Variante 4 » (Synthèse des travaux réalisés entre Juillet et Octobre 2013)* 128 p.
- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A. & Stone, C.J. (1984) *Classification and Regression Trees*. Wadsworth International Group, Belmont, California, pp. 358.
- Cadet, T. (1977) *La végétation de l'île de La Réunion : Étude phytoécologique et phytosociologique*. Thèse de Doctorat d'état, Université Aix Marseille III, 2 vols, I Texte : 362 p., II Annexes. [Réimpression 1980, Imprimerie Cazal, Saint-Denis de la Réunion]
- Cazaubon, A. & Loudiki, M. (1986). Microrépartition des algues épilithiques sur les cailloux d'un torrent Corse, le Rizzanèse. *Annales de Limnologie* 22 : 3–16.
- CEN (2003). *Qualité de l'eau – guide pour l'échantillonnage en routine et le prétraitement des diatomées benthiques de rivières*. Norme NF EN 13946. Juil. 2003. 16p.

CEN (2004). *Qualité de l'eau – guide pour l'identification et le dénombrement des échantillons de diatomées benthiques de rivières, et leur interprétation*. Norme NF EN 14407. Oct. 2004. 11p.

Chartier–Touze N., Galvin Y., Lévêque C., Souchon Y. (1998) Etat de santé des écosystèmes aquatiques. Les variables biologiques comme indicateurs. *Actes du séminaire national Paris 2–3 novembre 1994. Hydrosystèmes*. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement. Coordination scientifique. 78–81.

Chessman, B., Grouns, I., Currey, J. & Plunkett–Cole, N. 1999 Predicting diatom communities at the genus level for the rapid biological assessment of rivers. *Freshwater Biology* 41 : 317–331.

Cholnoky, B.J. (1968) *Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern*. Cramer, Lehre, pp. 669.

Clements, F. E. (1916) *Plant Succession : An Analysis of the Development of Vegetation*. Number 242. Washington, DC : Carnegie institution of Washington.

Coring, E., Schneider, S., Hamm, A. & Hofmann, G. (1999) *Durchgehendes Trophiesystem auf der Grundlage der Trophieindikation mit Kieselalgen*. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V., Koblenz. pp. 219.

Coste, M. (1982) *Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux*. Rapport d'étude CEMAGREF Lyon, Agence de l'eau, Rhône–Méditerranée–Corse, France.

Coste M. (1994) *Sur l'utilisation des diatomées dans le diagnostic biologique de la qualité des eaux courantes – Intérêts et limites des indices*. Séminaire national 2 et 3 novembre 1994, Paris : Les variables biologiques : des indicateurs de l'état de santé des écosystèmes aquatiques. pp 136–152.

Coste, M., Boutry, S, Tison–Rosebery, J. & Delmas, F. (2009) Improvements of the Biological Diatom Index (BDI): Description and efficiency of the new version (BDI–2006). *Ecological Indicators* 9 : 621–650.

- Couteyen, S. & Papazian, M. (2003) Contribution à la connaissance des Odonates de l'île de la Réunion.6. Description de la larve de *Coenagriocnemis reuniensis* (Fraser, 1957) (Odonata, Coenagrionidae). *L'Entomologiste*, 59, 9–12.
- De Cáceres, M. & Legendre, P. (2009) Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology* 90 : 3566–3574.
- De Cáceres, M., Legendre, P. & Moretti, M. (2010) Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos* 119 : 1674–1684.
- De Cáceres, M., Legendre, P., Wisser, S.K. & Brotons, L. (2012) Using species combinations in indicator value analyses. *Methods in Ecology and Evolution* 3 : 973–982.
- De La Rey, P.A., Roux, H., Rensburgl, L. Van and Vosloo, A. (2008) On the use of diatom-based biological monitoring Part 2: A comparison of the response of sass 5 and diatom indices to water quality and habitat variation. *Water SA* 34(1) : 61–69.
- De La Rey, P.A., Taylor, J.C., Laas, A., Rensburgl, L. Van and Vosloo, A. (2007) Determining the possible application value of diatoms as indicators of general water quality: a comparison with SASS 5. *Water SA* 30(3) : 325–332.
- de Wolf, H. (1982) Method of coding of ecological data from diatoms for computer utilization. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 36 : 95–98.
- De'ath, G. (2012) mvpart: Multivariate partitioning. R package version 1.6-0.
<http://CRAN.R-project.org/package=mvpart>
- De'ath, G. (2002) Multivariate regression trees: a new technique for modeling species–environment relationships. *Ecology* 83: 1105–1117.
- Denys, L. (1991) *A checklist of the diatoms in the Holocene deposits of the western Belgian coastal plain with a survey of their apparent ecological requirements. I. Introduction, ecological code and complete list.* Professional Paper Belgische Geologische Dienst 246, 1–41.
- Denys, L. (2004) Relation of abundance-weighted averages of diatom indicator values to measured environmental conditions in standing freshwaters. *Ecological Indicators* 4 : 255–275.

- Descy, J.P. (1979) A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia* 64(4) : 305–323.
- Descy, J.P. & Coste, M. (1991) A test of methods for assessing water quality based on diatoms. *Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 24 : 2112–2116.
- Dray, S. and Dufour, A.B. (2007) The ade4 package: implementing the duality diagram for ecologists. *Journal of Statistical Software*. 22 : 1–20.
- Dufrêne, M. & Legendre, P. (1997) Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67 : 345–366.
- Fenchel, T. & Finlay, B. (2004) The ubiquity of small species: Patterns of local and global diversity. *BioScience* 54 (8) : 777–784.
- Fierer, N. (2008) *Microbial biogeography: patterns in microbial diversity across space and time. Accessing Microorganisms: from the environment to Organisms and genomes and Back*. K. Zengler. ASM Press, Washington DC pgs. 95–115.
- Finlay, B. (2002) Global dispersal of free-living microbial eukaryote species. *Science* 296 (5570), 1061–1063.
- Finlay, B., & Clarke, K. (1999) Ubiquitous dispersal of microbial species. *Nature* 400 : 828.
- Finlay, B.J., Monaghan, E.B. & Maberly, S.C. (2002) Hypothesis: the rate and scale of dispersal of freshwater diatom species is a function of their global abundance. *Protist* 153 : 261–273.
- Fourtanier, E. & Kociolek, J.P. (2003) Catalogue of the diatom genera (vol 14, pg 190, 1999). *Diatom Research* 18: 245–258.
- Froissner, W. (1999) Protist diversity : estimates of the near-imponderable. *Protist* 150 : 363–368.
- Froissner, W. (2004) Ubiquity and cosmopolitanism of protists questioned. *SIL News* 43 : 6–7.
- Froissner, W. (2006) Biogeography and dispersal of micro-organisms: a review emphasizing protists. *Acta protozoologica* 45 : 111–136.

- Froissner, W. (2008) Protist diversity and distributions: some basic considerations. *Biodiversity and conservation*. 17 : 235–242.
- Gasse, F., Juggins, S. & Khelifa, L.B. (1995) Diatom-based transfer functions for inferring past hydrochemical characteristics of African lakes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology* 117 : 31–54.
- Gattolliat, J.L. (2004) First report of the genus *Nigrobaetis* (Novikova & Kluge) (Ephemeroptera: Baetidae) from Madagascar and la Réunion with observations on Afrotropical biogeography. *Revue Suisse de Zoologie*, 111 : 657–669.
- Gélinas, M. & Pinel–Alloul, B. (2008) Summer depth selection in crustacean zooplankton in nutrient-poor boreal lakes is affected by recent residential development. *Freshwater Biology*, 53 : 2438–2454.
- Gleason, H. A. (1926) The individualistic concept of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 53 : 7–26.
- Gomez, N. & Licursi, M. (2001) The Pampean Diatom Index (IDP) for assessment of rivers and streams in Argentina. *Aquatic Ecology* 35 : 173–181.
- Guidicelli, J. (2008) Les Simulies de l'île de la Réunion : présence de quatre espèces, et description de trois espèces nouvelles pour la science (Diptera, Simuliidae). *Ephemera* 9 : 33–64.
- Haeckel, E. (1878) *Das Protistenreich*. Günther, Leipzig, 110 pp.
- Hall, R.I. & Smol, J.P. (1992) A weighted-averaging regression and calibration model for inferring total phosphorus concentration from diatoms in British Columbia (Canada) lakes. *Freshwater Biology* 27 : 417–434.
- Hanski, I. (1991) Single-species metapopulation dynamics: concepts, models and observations. *Biological Journal of the Linnean Society*, 42, 17-38.
- Hanski, I. (1982) Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos* 38: 210-221.

Hill, W.R. (1996) Factors affecting benthic algae. Effects of light. *In : Algal ecology of freshwater benthic ecosystems*, Aquatic Ecology Series, Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L., (Eds.), Academic Press, Boston, pp. 121–149.

Hofmann, G. (1994) Aufwuchs–Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. *Bibliotheca Diatomologica* 30 : 1–241.

Hürlimann, J. & Niederhauser, P. (2007) Méthodes d'analyse et d'appréciation des cours d'eau : Diatomées – niveau R (région), 57 p. + annexes. Disponible à <http://www.modulstufen-konzept.ch/f/diatomeen-f.htm>

Hustedt, F. (1952) Neue und wenig bekannte Diatomeen. III. Phylogenetische Variationen bei den raphidioiden Diatomeen. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 65 : 133–144.

Hustedt, F. (1961–1966) Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. *In : Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz* 7/3. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.

Hutchinson, G.E. (1957) Concluding remarks. *Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology* 22 : 415–427.

John, J. (1998) *Diatoms: tools for bioassessment of river health. A model for south-western Australia*. Water and Rivers Com., Perth, 388 pp.

John, J. (2000) Diatom prediction and classification system for urban streams. Canberra: Land and Water Resources Research and Development Corporation.

Juggins, S. (2012). rioja: Analysis of Quaternary Science Data, R package version 0.7–3. (<http://cran.r-project.org/package=rioja>).

Keith, P. (2002). Freshwater fish and decapod crustacean populations on Réunion island, with an assessment of species introductions. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 364 : 97–107.

Keith, P., Vigneux, E. & Bosc P. (1999) *Atlas des poissons et crustacés d'eau douce de la Réunion*. Patrimoines naturels (M.NH.N./S.P.N.) 39 : 136p.

Kelly, M.G., Cazaubon, A., Coring, E., Dell’Uomo, A., Ector, L., Goldsmith, B., Guasch, H., Hürlimann, J., Jarkman, A., Kawecka, B., Kwadrans, J., Laugaste, R., Lindstrom, E.A., Leitao, M., Marvan, P., Padisák, J., Pipp, E., Prygiel, J., Rott, E., Sabater, S., Van Dam, H. & Vizinet, J. (1998) Recommendations for the routine sampling of diatoms for water quality assessments in Europe. *Journal of Applied Ecology* 10 : 215–224.

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.

Kelly, M.G., Yallop, M.L., Hirst, H. & Bennion, H. (2005) *Sample collection*. Version 2.1. 11pp. Unpublished DARES/DALES protocol. Disponible à <http://craticula.ncl.ac.uk/dares/methods.htm>

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, Université de Grenoble. 321 pp.

Kermarrec, L., Bouchez, A., Rimet, F. & Humbert, J.F. (2013) First evidence of the existence of semi-cryptic species and of a phylogeographic structure in the *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing complex (Bacillariophyta). *Protist* 164 : 686–705.

Kilroy, C. (2007) *Diatom communities in New Zealand subalpine mire pools: distribution, ecology and taxonomy of endemic and cosmopolitan taxa*. Unpublished Philosophy of science these, University of Canterbury, New Zealand. 238 pp.

Kindt, R. & Coe, R. (2005) *Tree diversity analysis. A manual and software for common statistical methods for ecological and biodiversity studies*. World Agroforestry Centre (ICRAF), Nairobi. ISBN 92–9059–179–X.

Klee, R., Houk, V. & Bielsa, S. (2000) *Cyclotella mascarenica nov. spec.*, a new stelligeroid *Cyclotella* (Bacillariophyceae) from a pond of the Reunion Island (France). *Archiv für Hydrobiologie. Supplementband, Algological studies* 133 : 7–25.

Kobayasi, H. & Mayama, S. (1989) Evaluation of river water quality by diatoms. *The Korean Journal of Phycology* 4 : 121–133.

Kociolek, J.P & Spaulding, S.A. (2000) Freshwater diatom biogeography. *Nova Hedwigia* 71°: 223–241

- Kohonen, T. (1982) Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics* 43 : 59–69.
- Kolkwitz, R. & Marsson, M. (1908) Orologie der pflanzlichen saprobien. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 26 : 505–519.
- Kristiansen, J. (1996) Dispersal of freshwater algae – a review. *Hydrobiologia* 336 : 151–157.
- Krammer, K. & Lange-Bertalot, H. (1986–1991) *Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bacillariophyceae*. Teil 2/1–4. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart.
- Kulikovskiy, M., Lange-Bertalot, H., Metzeltin, D. & Witkowski, A. (2012) Lake Baikal : Hotspot of endemic diatoms, I. Taxonomy – Biogeography – Diversity. *Iconographia Diatomologica* Vol. 2. Koeltz, Koenigstein, Germany, pp 1–112.
- Lange-Bertalot, H. (1979) Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia Beiheft* 64 : 285–304.
- Lange-Bertalot, H. & Metzeltin, D. (1996) Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativ für drei diverse Seen-Typen. *Iconographia Diatomologica* Vol. 2. Koeltz, Koenigstein, Germany, pp. 1–390.
- Larsen, D.R. & Speckman, P.L. (2004) Multivariate Regression Trees for Analysis of Abundance Data. *Biometrics* 60 : 543–549.
- Lavoie, I., Campeau, S., Grenier, M. & Dillon, P.J. (2006) A diatom-based index for the biological assessment of Eastern Canadian rivers: an application of correspondence analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63 : 1793–1811.
- Le Cohu, R., Ten-Hage, L. & Coste, M. (2009) *Geissleria bourbonensis*, *G. mascarenicensis*, *G. creolorum* and *G. mafatensis*, four new freshwater diatom species from La Reunion Island (France). *Diatom Research*, 24 : 307–326.
- Leclercq, L. & Maquet, B. (1987) *Deux nouveaux indices chimique et diatomique de qualité d'eau courante. Application au Samson et à ses affluents (bassin de la Meuse belge). Comparaison avec d'autres indices chimiques, biocénologiques et diatomiques*. Brussels: Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. (Document de travail no. 28).
- Lecointe, C., Coste, M. & Prygiel, J. (1993) "OMNIDIA" software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia*. 269/270 : 509–513.

- Legendre, P., Borcard, D. & Peres-Neto, P.R. (2005) Analyzing beta diversity: partitioning the spatial variation of community composition data. *Ecological Monographs* 75 : 435–450.
- Legendre, P. & Gallagher, E.D. (2001) Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129 : 271–280.
- 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. & Rott, E., ed. *Use of Algae for Monitoring Rivers II*. Institut für Botanik – Universität Innsbruck, Innsbruck, pp. 29–43.
- Levkov, Z., Krstic, S., Metzeltin, D. & Nakov, N. (2007) Diatoms of Lakes Prespa and Ohrid (Macedonia). *Iconographia diatomologica* Vol. 16. Koeltz, Koenigstein, Germany, pp. 1–649.
- Liebmann, C.J. (1951). *Handbuch der Frishwasser und Abwasserbiologie*. München: Oldenbourg Verlag.
- Lobo, E.A., Callegaro, V.L. & Bender, P. (2002) Utilização de algas diatomáceas epilíticas como indicadores da qualidade da água em rios e arroios da Região Hidrográfica do Guaíba, RS, Brasil. Santa Cruz do Sul: EDUNISC. p. 127.
- Lobo, E.A., Callegaro, V.L., Hermany, G., Bes, D., Wetzel, C.E. & Oliveira, M.A. (2004). Use of epilithic diatoms as bioindicator from lotic systems in southern Brazil, with special emphasis on eutrophication. *Acta Limnologica Brasiliensia* 16 : 25–40.
- Lobo, E.A., Katoh, K. & Aruga, Y. (1995). Response of epilithic diatom assemblages to water pollution in rivers in the Tokyo metropolitan area, Japan. *Freshwater Biology* 34 : 191–204.
- Loez, C.R. & Topalian, M.L. (1999) Use of algae for monitoring rivers in Argentina with a special emphasis for Reconquista River (region of Buenos Aires). *In* : Prygiel, J., Whitton, B.A. & Bukowska, J. (Eds.). *Use of Algae for Monitoring Rivers III*. Agence de l’Eau Artois–Picardie, Douai, 72–83 pp.
- Logares, R (2006) Does the global microbiota consist of a few cosmopolitan species ? *Ecologia Austral* 16: 85–90.
- Lowe, R.L. (1974) *Environmental Requirements and Pollution Tolerance of Freshwater Diatoms*. US Environmental Protection Agency, Cincinnati, pp. 333.

- Lowe, R.L. & Pan, Y. (1996) Benthic algal communities as biological indicators. *In* : Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., & Lowe, R.L. (Eds.). *Algal ecology: freshwater benthic ecosystems*. San Diego: Academic Press. pp. 705–739.
- Malavoi, J.R. (1998) *Typologie et sectorisation des cours d'eau de La Réunion*. Rapport Final. DIREN Réunion. 23p.
- Malavoi, J.R. (1999) *Typologie et sectorisation des petits cours d'eau de La Réunion*. Rapport Final. DIREN Réunion. 43p.
- Mann D. G. & droop S. J. M. (1996) 3. Biodiversity, biogeography and conservation of diatoms. *Hydrobiologia*. 336 : 19–32.
- Mardhel, V., Majchrzak, Y. & Ferrand, P. (1998) *Atlas du SDAGE. Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux de La Réunion*. Comité de Bassin de la Réunion. 47 pp.
- Martiny, J.B., Bohannon, B.J., Brown, J.H., Colwell, R.K., Fuhrman, J.A., Green, J.L., Horner–Devine, M.C., Kane, M., Krumins, J.A., Kuske, C.R., Morin, P.J., Naeem, S., Ovreås, L., Reysenbach, A.L., Smith, V.H. & Staley, J.T. (2006). Microbial biogeography : Putting microorganisms on the map. *Nature Reviews Microbiology* 4 (2) : 102–112.
- Metzeltin, D. & Lange–Bertalot, H. (1998) Tropical diatoms of South America I. About 700 predominantly rarely known or new taxa representative of the neotropical flora. *Iconographia diatomologica* Vol. 5. Koeltz, Koenigstein, Germany, pp. 1–695.
- Metzeltin, D. & Lange–Bertalot, H. (2007) Tropical Diatoms, II: Special remarks on biogeographic disjunction. *Iconographia diatomologica* Vol. 18. Koeltz, Koenigstein, Germany, pp. 1–879.
- Metzeltin, D., Lange–Bertalot, H. & Garcia–Rodriguez, F. (2005) Diatoms of Uruguay. *In* Lange–Bertalot, H. (Ed.), *Iconographia Diatomologica*, Vol. 15. Koeltz, Koenigstein, Germany, pp. 1–737.
- Michels–Estrada, A. (2003) Ökologie und Verbreitung von Kieselalgen in Fließgewässern Costa Rica als Grundlage für eine biologische Gewässergütebeurteilung in den Tropen. *Dissertationes Botanicae* 377 : 244–257.
- Moser, G. (1999) Die Diatomeenflora von Neukaledonien. *Bibliotheca Diatomologica* 43 : 1–205.

Moser, G. & Lange-Bertalot, H. (1998) Insel der Endemiten. Geobotanisches Phänomen Neukaledonien. *Bibliotheca diatomologica* 38 : 1–464.

Oksanen, J., Blanchet, F.G., Kindt, R., Legendre, P., Minchin, P.R., O'Hara, Simpson, G., Solymos, P., Stevens, H. & Wagner, H. (2012) vegan: Community Ecology Package. R package version 2.0-4. <http://CRAN.R-project.org/package=vegan>

Oliviera, MA., Torgan, LC., Lobo, EA. & Scharzbold, A. (2001) Association of periphytic diatom species of artificial substrate in lotic environments in the arroyo sampaio basin, RS, Brazil: relationships with abiotic variables. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, 61 : 523– 540.

Othoniel, C. (2006). La croissance du biofilm photosynthétique : un indicateur du statut trophique des rivières ? Thèse de Doctorat en Biogéochimie de l'Environnement, Université Bordeaux 1, Bordeaux. pp. 277.

Ouellette, M.H. (2011) *L'arbre de régression multivariable et les modèles linéaires généralisés revisités : applications à l'étude de la diversité bêta et à l'estimation de la biomasse d'arbres tropicaux*. Université de Montréal. Faculté des études supérieures. pp. 172.

Ouellette, M.H., DesGranges, J.L., Legendre, P. & Borcard, D. (2005). *L'arbre de régression multivariées: classification d'assemblage d'oiseaux fondée sur les caractéristiques de leur habitat* in Société Francophone de Classification, Montréal.

Ouellette, M.H. & Legendre, P. (2012) MVPARTwrap: Additional fonctionnalités for package mvpart.. R package version 0.1-9.
<http://CRAN.R-project.org/package=MVPARTwrap>

Pan, Y., Stevenson, R. J., Hill, B. H., Herlihy, A. T. & Collins, G. B. (1996) Using diatoms as indicators of ecological conditions in lotic systems: a regional assessment. *Journal of the North American Benthological Society* 15 : 481–495.

Pantle, R. & Buck, H. (1955) Die biologische überwachung der gewässer und die darstellung der ergebnisse. *Gas und Wasserfach* : 96, p. 11–17.

Passy, S. I. (2007). Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany* 86 : 171–178.

Passy, S.I. & Bode, R.W. 2004. Diatom Model Affinity (DMA), a new index for water quality assessment. *Hydrobiologia* 524 : 241–251.

Patrick, R. (1953) Aquatic organisms as an aid in solving waste disposal problems. *Swage Industrial Wastes* 25 : 210–227.

Patrick, R. (1971) The effects of increasing light and temperature on the structure of diatom communities. *Limnology and Oceanography* 16 : 405–421.

Patterson, D. J. (1989) Stramenopiles, chromophytes from a protistan perspective. In : Green, J. C., Leadbeater, B. S. C. & Diver, W. L. (ed.), *The Chromophyte Algae, Problems and Perspectives*. Clarendon Press, Oxford. pp. 357–379.

Pieterse, A.J.H. and Zyl, J.M. Van (1988) Observations on the relation between phytoplankton diversity and environmental factors in the Vaal River at Balkfontein, South Africa. *Hydrobiologia* 169 : 199–207.

Potapova, M.G., Charles, D.F., Ponader, K.C. & Winter, D.M. (2004) Quantifying species indicator values for trophic diatom indices: a comparison of approaches. *Hydrobiologia* 517 : 25–41.

Prygiel J., Carpentier P., Almeida S., Coste M., Druart J.C., Ector L., Honoré M.A., Iserentant R., Ledeganck P., Lalanne–Cassou C., Lesniak C., Mercier I., Moncaut P., Nazart M., Nouchet N., Peres F., Peeters V., Rimet F., Rumeau A., Sabater S., Straub F., Torrisi M., Tudesque L., Van De Vijver B., Vidal H., Vizinet J. & Zydek N. (2002). Determination of the biological diatom index (IBD NF T 90–354): results of an intercomparison exercise. *Journal of Applied Phycology* 14 : 27–39.

Prygiel, J., Whitton, B.A. & Bukowska, J. (1999) *Use of Algae for Monitoring Rivers III*. Agence de L'eau Artois–Picardie, Douai, 271 pp.

R Development Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.

Rao, C. (1995) A review of canonical coordinates and an alternative to correspondence analysis using Hellinger distance. *Questiio* (Quaderns d'Estadística i Investig Oper) 19 : 23–63.

- Ramade, F. (1992) *Précis d'écotoxicologie*. Masson, Paris, 300 p.
- Ramade, F. (1998) *Dictionnaire encyclopédiques des sciences de l'eau*. Edisciences internationale, Paris. 786 p.
- Reichardt, E. (1997) Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema pumilum* (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 65 : 99–129.
- Reichardt, E. (2001) Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum*. – In : Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A. & Compère, P. (eds): Lange–Bertalot–Festschrift. *Studies on diatoms, dedicated to Prof. Dr. Dr. h.c. Horst Lange–Bertalot on the occasion of his 65th birthday*. A.R.G. Gantner, Ruggell, Liechtenstein. pp. 187–224
- Riaux–Gobin, C. & Al–Handal, A.Y. (2012) New species in the marine diatom genus *Olifantiella* (Bacillariophyta, Biraphidineae) from Rodrigues Island (Western Indian Ocean). *Fottea* 12 : 199–217.
- Riaux–Gobin, C. & Compère, P. (2008) New *Cocconeis* taxa (Bacillariophyceae) from coral sands off Réunion Island (Western Indian Ocean). *Diatom Research* 23 : 129–146.
- Riaux–Gobin, C. & Compère, P. (2009) *Olifantiella mascarenica* gen. & sp. nov., a new genus of pennate diatom from Réunion Island, exhibiting a remarkable internal process. *Phycological Research* 57 : 178–185.
- Riaux–Gobin, C., Compère, P. & Al–Handal, A.Y. (2011a) New *Amphicocconeis* species and related taxa off Mascarenes (Western Indian Ocean). *Diatom Research* 26 : 175–188.
- Riaux–Gobin, C., Compère, P. & Al–Handal, A.Y. (2011b) Species of the *Cocconeis peltoides* group with a marginal row of unusual processes (Mascarenes and Kerguelen Islands, Indian Ocean). *Diatom Research* 26 : 325–338.
- Riaux–Gobin, C., Compère, P., Al–Handal, A.Y. & Straub, F. (2012) SEM survey of some small–sized *Planothidium* (Bacillariophyta) from coral sands off Mascarenes (Western Indian Ocean). *Nova Hedwigia* 141 : 295–314.
- Riaux–Gobin, C., Romero, O.E., Compère, P. & Al–Handal, A.Y. (2011c) Small–sized Achnanthes (Bacillariophyta) from coral sands off Mascarenes (Western Indian Ocean). *Bibliotheca Diatomologica* 57 : 234pp.

- Riaux–Gobin, C., Witowski, A. & Compère, P. (2010) SEM survey and taxonomic position of small-sized *Achnantheidium* (Bacillariophyceae) from coral sands off Réunion Island (Western Indian Ocean). *Vie et Milieu* 60 : 157–172.
- Roberts, D.W. (2012) labdsv: Ordination and Multivariate Analysis for Ecology. R package version 1.5-0. <http://CRAN.R-project.org/package=labdsv>
- Rothfritz, H., Juttner, I., Suren, A.M. & Ormerod, S.J. (1997) Epiphytic and epilithic diatom communities along environmental gradients in the Nepalese Himalaya: implications for the assessment of biodiversity and water quality. *Archives für Hydrobiologie* 138 : 465–482.
- Ross, R. (1983) Endemism and cosmopolitanism in the diatom flora of the East African Great Lakes. In : Sims, R.W., Price, J.H. & Whalley P.E.S. (eds) : *Evolution, time and space : the emergence of the biosphere* : 155–177. Academic Press, London.
- Rott, E., Pipp, E., Pfister, P. van Dam, H., Ortler, K., Binder, N. & Pall, K. (1999) *Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fliessgewässern. Teil 2 : Trophieindikation*. Bundesministerium fuer Land und Forstwirtschaft, Wien, Austria, 248 pp.
- Round, F. E. (1993) *A review and methods for the use of epilithic diatoms for detecting and monitoring changes in river water quality. Methods for the examination of water and associated materials*. HMSO Publications, London. pp. 65.
- Round F. E., Crawford R. M. & Mann D. G. (1990) *The Diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 747 pp.
- Ruffié, K. (2010). *Caractérisation et quantification des impacts ayant une incidence sur les peuplements de poissons, de macrocrustacés et de macroinvertébrés dans les rivières de l'île de la Réunion*. Rapport de stage Master Environnement et Aménagement GESMARE 2ème année option Hydrobiologie Année 2009–2010. Université Paul Verlaine, Metz. 95 pp.
- Rumeau, A. & Coste, M. (1988) Initiation à la systématique des diatomées d'eau douce pour l'utilisation pratique d'un indice diatomique générique. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 309 : 1–69.
- Salden, N. (1978) Beiträge zur Ökologie der Diatomeen (Bacillariophyceae) des Süßwassers. *Decheniana Beihefte* 22 : 1–238.

- Salomoni, S.E. & Torgan, L.C. (2008) Epilithic diatoms as organic contamination degree indicators in Guabia Lake, southern Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia* 20 : 313– 324.
- Schiefele, S. & Schreiner, C. (1991) Use of diatoms for monitoring nutrient enrichment acidification and impact salts in Germany and Austria. *In* : Whitton, B. A., E. Rott & G. Friedrich (eds), *Use of Algae for Monitoring Rivers*. Institut für Botanik, Univ. Innsbruck, Innsbruck.
- Schoeman, F.R. (1979) Diatoms as indicators of water quality in the upper Hennops River. *Journal of the Limnological Society of South Africa* 5 : 73–78.
- Segal, M. R. (1992) Tree-Structured Methods for Longitudinal Data. *Journal of the American Statistical Association* 87 : 407–418.
- Silva-Benavides, A.M. (1996) The use of water chemistry and benthic diatom communities for qualification of a polluted tropical river in Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 44 : 395–416.
- Slàdecek, V. (1973) System of water quality from the biological point of view. *Archives für Hydrobiologie und Ergebnisse Limnologie* 7 : 1–218.
- Slàdecek, V. (1986) Diatoms as indicators of organic pollution. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 14 : 555–566.
- Snow, G. (2012) TeachingDemos: Demonstrations for teaching and learning. R package version 2.8. <http://CRAN.R-project.org/package=TeachingDemos>
- Steinberg, C. & Schiefele, S. (1988) Biological indication of trophy and pollution of running waters. *Z. Wasser-Abwasser Forsch* 21 : 227–234.
- Stevenson, R.J. (1983) Effects of current and conditions simulating autogenically changing microhabitats on benthic diatom immigration. *Ecology* 64 : 1514–1524.
- Stevenson, R.J., Peterson, C.G., Kirschtel, D.B., King, C.C. & Tuchman, N.C. (1991) Density-dependant growth, ecological strategies, and effects of nutrients and shading on benthic diatom succession in streams. *Journal of Phycology* 27 : 59–69.

Stevenson, R.J. & Pan, Y. (1999) Assessing environmental conditions in rivers and streams with diatoms. In : Stoermer, E.F. & Smol, J.P. (Eds.). *The Diatoms: applications for the environmental and earth sciences*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 11–40.

Stoermer, E.F. & Smol, J.P. (1999) *The Diatoms : applications for the environmental and earth sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, 467 pp.

Taylor, F.B. (1929) *Notes on diatoms*. Guardian Press, Bournemouth, England. 269 pp.

Taylor, C.J., Prygiel, A.V., De La Rey, P.A. & Rensburgl, S. Van (2007) Can diatom-based pollution indices be used for biological monitoring in SA? A case study of the Crocodile West and Marico water management area. *Hydrobiologia* 592 :455–464.

ter Braak, C.J.F. & van Dam, H. (1989) Inferring pH from diatoms: a comparison of old and new calibration methods. *Hydrobiologia* 178 : 209–223.

Tison, J., Giraudel, J.L., Park, Y.S., Coste, M. & Delmas, F. (2005) Classification of stream diatom communities using a self-organizing map. In Lek, S., Scardi, M., Verdonshot, P.F.M., Descy, J.P. & Park, Y. S., *Modelling Community structure in freshwater ecosystems.*, Springer, 5.5.: 304–316.

Tsiripidis, I., Bergmeier, E., Fotiadis, G. & Dimopoulos, P. (2009) A new algorithm for the determination of differential taxa. *Journal of Vegetable Science* 20 : 233–240.

Tyler, P. A. (1996). Endemism in freshwater algae. *Hydrobiologia* 336: 127–135.

Van de Vijver, B., Riaux-Gobin, C. & Compère, P (2009) Morphological observations on *Vikingea gibbocalyx* (Brun) Witkowski, Lange-Bertalot Metzeltin (Bacillariophyta). *Nova Hedwigia* 89 : 263–279.

Vanormelingen, P., E. Verleyen, et W. Vyverman (2008). The diversity and distribution of diatoms : From cosmopolitanism to narrow endemism. *Biodiversity and Conservation* 17 (2) : 393–405.

Vilches, B., De Càceres, M., Sànchez-Mata, D. & Gavilàn, R.G. (2013) Indicator species of broad-leaved oak forests in the eastern Iberian Peninsula. *Ecological indicators* 26 : 44–48.

Vyverman, W., Verleyen, E., Sabbe, K., Vanhoutte, K., Sterken, M., Hodgson, D.A., Mann, D.G., Juggins, S., De Vijver, B., Jones, V., Flower, R., Roberts, D., Chepurnov, V.A., Kilroy,

- C., Vanormelingen, P. & De Wever, A. (2007) Historical processes constrain patterns in global diatom diversity. *Ecology* 88 (8) : 1924–1931.
- Walmsley, RD. (2000) Perspectives on Eutrophication of Surface Waters : Policy/Research Needs in South Africa. *Pretoria : Water Research Commission*. (WRC Report n°. KV129/00).
- Wasson J. G., Chandesris A. & Pella H. (2004) *Hydro-écorégions de l'île de la Réunion. Propositions de régionalisation des écosystèmes aquatiques en vue de l'application de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau*. Rapport Cemagref, 16p.
- Watanabe, T., Asai, K. & Houki, A. (1988) Numerical water quality monitoring of organic pollution using diatom assemblages. *In : Proceedings of the 9 International Diatom Symposium*. Koeltz Scientific Books, Koenigstein, 123–141 pp.
- Wetzel R. G. (1983). *Periphyton of freshwater ecosystems*. Development in Hydrobiology., JUNK Ed. The Hague. 17 : 346 p.
- Weisse, T. (2008) Distribution and diversity of aquatic protists: an evolutionary and ecological perspective. *Biodiversity and Conservation* 17 : 243–259.
- Whittaker, R.H. (1960) Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30 : 279–338.
- Whittaker, R.H. (1972). Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon* 21 : 213–251.
- Wu, J.T. 1999. A generic index of diatom assemblages as bioindicator of pollution in the Keelung River of Taiwan. *Hydrobiologia* 397 : 79–87.
- Zelinka, M. & Marvan, P. (1961) Zur praxisierung der biologischen klassifikation der reinheit fliessender gewässer. *Archive Hydrobiologia* 57 : 389–407.

Annexes

Annexe 1. Listes des stations et coordonnées géographiques.

Code station	X (WGS84)	Y (WGS 84)	Intitulé de la station
BCA	339048	7656089	Le Grand Bras de Cilaos au Pavillon
BCB	339721	7650630	Le Bras de Cilaos à Ilet Furcy
BEA	340964	7662566	Le Bras des étangs aux anciens thermes
BNA	342502	7662218	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)
BPA	363475	7676522	Le Bras Panon aux Avocats
BSA	333748	7677727	Le Bras de Sainte-Suzanne à Mafate (amont captage ILO)
CMA	319070	7675120	La Ravine du Cimetière à Saint-Paul
CVA	352860	7677010	Le Bras de Caverne amont confluence Rivière du Mât
DNA	337065	7687272	La Rivière Saint-Denis (amont captage AEP)
DNB	336403	7686795	La Rivière Saint-Denis à l'aplomb d'Ilet à Guillaume
DNC	337926	7689400	La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San
ERA	315924	7667606	La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage
ESA	370214	7663999	La Rivière de l'Est aval
ETA	357858	7665863	La Ravine de l'Etang de Grand Etang
FJA	343424	7673061	La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52
FJB	348441	7675977	La Rivière Fleurs Jaunes à Salazie (amont barrage ILO)
GJA	355036	7680648	Le Grand Bras de la Grande Rivière Saint-Jean (captage AEP)
GLA	337617	7666925	La Rivière des Galets à Marla
GLB	335125	7667023	La Rivière des Galets à Trois Roches
GLC	334000	7674430	La Rivière des Galets à Mafate (amont captage ILO et amont confluence Bras d'Oussy)
GLD	330555	7678396	La Rivière des Galets à Ilet Malidé
GOA	333901	7645319	La Ravine du Gol à Bel Air
GSA	347572	7656816	Le Bras de Sainte-Suzanne à Grand Bassin (600 m amont cascade)
LGA	360302	7645148	La Ravine des sept bras à Cap Blanc
LGB	359110	7642687	La Rivière Langevin (Cascade Grand Galet)
LGC	359369	7639703	La Rivière Langevin à la Passerelle
LGD	359604	7635129	La Rivière Langevin à Langevin (bassin Tamarin)
LNA	355695	7674288	Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts
MAA	344265	7671094	La Rivière du Mât à l'ilet à Vidot

Code station	X (WGS84)	Y (WGS 84)	Intitulé de la station
MAB	348944	7674644	La Rivière du Mât à Salazie (amont barrage ILO)
MAC	352947	7677127	La Rivière du Mât à l'Escalier
MAD	363045	7679219	La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)
MNA	332192	7646157	La Ravine du Maniron au Plateau du Gol
MRA	351107	7664669	La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)
MRB	355769	7666733	La Rivière des Marsouins à Takamaka 1
MRC	363101	7672829	La Rivière des Marsouins à Bethléem
MRD	366189	7672946	La Rivière des Marsouins 50 m aval RN2
PLA	344866	7685016	La Rivière des Pluies à l'Ilet Quinquina (amont canal la Mare)
PLB	343039	7680829	La Rivière des Pluies à l'aplomb du piton Tanan (gorge aval Ravine Diable)
PLC	344381	7689221	La Rivière des Pluies (embouchure)
PLD	344381	7689221	La Rivière des Pluies au Pont Neuf (Pont métallique ex RN2)
PNA	344924	7653202	Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)
PNB	344673	7652339	Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP)
PTA	361999	7676910	Le Bras Pétard Libéria
ROA	360483	7673453	La Rivière des Roches à Mon Désir
ROB	364195	7676713	La Rivière des Roches à Beauvallon (amont radier)
ROC	360643	7673362	La Rivière des Roches à Abondance
RPA	356739	7634990	La Rivière des Remparts Le Butor
SBA	361009	7673384	Le Grand Bras à l'Olympe (amont confluence Rivière des Roches)
SEA	335830	7644693	La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle
SGA	316949	7671492	La Ravine Saint Gilles au captage du verrou
SGB	315395	7671200	La Ravine Saint Gilles au pont RN1
SJA	357545	7685433	La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français
SJB	357499	7686466	La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge
SZA	355794	7686544	La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)
SZB	353485	7684580	La Rivière Sainte-Suzanne (amont cascade Niagara)
SZC	352549	7682561	La Rivière Sainte-Suzanne au Bassin Grondin
SZD	355330	7687440	La Rivière Sainte-Suzanne au Village Desprez

Annexe 2. Liste des taxons et leurs codes.

Code	Nom
AINF	<i>Achnanthes inflata</i>
ARPT	<i>Achnanthes rupestoides</i>
ADCT	<i>Achnantheidium catenatum</i>
ADEG	<i>Achnantheidium exiguum</i>
ADBE	<i>Achnantheidium palmeti</i> sp. nov. (accepté)
ADC1	<i>Achnantheidium</i> sp. n°1
ADC2	<i>Achnantheidium</i> sp. n°2
ADC3	<i>Achnantheidium</i> sp. n°3
ADNA	<i>Achnantheidium</i> sp. n°4
ADPN	<i>Achnantheidium</i> sp. n°5
ADSH	<i>Achnantheidium subhudsonis</i>
AMUS	<i>Adlafia muscora</i>
ADSP	<i>Adlafia</i> sp. n°1
ACOP	<i>Amphora</i> cf. <i>copulata</i>
APED	<i>Amphora pediculus</i>
AMP1	<i>Amphora</i> sp. n°1
AMP2	<i>Amphora</i> sp. n°2
AAMB	<i>Aulacoseira ambigua</i>
BBRE	<i>Brachysira brebissonii</i>
BRC1	<i>Brachysira</i> sp. n°1
BRC2	<i>Brachysira</i> sp. n°2
CHYA	<i>Caloneis</i> aff. <i>hyalina</i>
CFON	<i>Caloneis fontinalis</i>
CAL1	<i>Caloneis</i> sp. n°1
CAL2	<i>Caloneis</i> sp. n°2
CAL3	<i>Caloneis</i> sp. n°3
CHHI	<i>Chamaepinnularia</i> aff. <i>hippodontiforma</i>
CSMU	<i>Chamaepinnularia</i> aff. <i>submusciola</i>
CHS1	<i>Chamaepinnularia</i> sp. n°1
CHS2	<i>Chamaepinnularia</i> sp. n°2
CHS3	<i>Chamaepinnularia</i> sp. n°3
CEUG	<i>Cocconeis euglypta</i>
CPED	<i>Cocconeis pediculus</i>
COC1	<i>Cocconeis</i> sp. n°1
COC2	<i>Cocconeis</i> sp. n°2
CMLF	<i>Craticula molestiformis</i>
CRT1	<i>Craticula</i> sp. n°1
CSBM	<i>Craticula submolesta</i>
CRCD	<i>Crucicostulifera bebourensis</i> (soumis)
CINV	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>
CATO	<i>Cyclotella atomus</i>
CMEN	<i>Cyclotella meneghiniana</i>
CRAD	<i>Cyclotella radiosa</i>
CDMN	<i>Cymbopleura</i> aff. <i>diminuta</i>

Code	Nom
CBGF	<i>Cymbella bengaliformis</i>
CAEX	<i>Cymbella excisa</i>
CYM1	<i>Cymbella</i> sp. n°1
CYM2	<i>Cymbella</i> sp. n°2
CYM3	<i>Cymbella</i> sp. n°3
CYM4	<i>Cymbella</i> sp. n°4
CYM5	<i>Cymbella</i> sp. n°5
CTRO	<i>Cymbella tropica</i>
DSUN	<i>Denticula sundayensis</i>
DDSC	<i>Diadismus</i> aff. <i>discordabilis</i>
DDST	<i>Diadismus</i> aff. <i>subtropica</i>
DCOF	<i>Diadismus confervacea</i>
DCOT	<i>Diadismus contenta</i>
DCOR	<i>Diadismus corrugata</i>
DLBE	<i>Diadismus langebertalotii</i>
DDS1	<i>Diadismus</i> sp. n°1
DDS2	<i>Diadismus</i> sp. n°2
DVUL	<i>Diatoma vulgare</i>
DPUE	<i>Diploneis puella</i>
DIP2	<i>Diploneis</i> sp. n°2
DPST	<i>Discostella pseudostelligera</i>
ELAC	<i>Encyonema</i> aff. <i>lacustre</i>
ESLE	<i>Encyonema silesiacum</i>
ENS1	<i>Encyonema</i> sp. n°1
ENS2	<i>Encyonema</i> sp. n°2
ENS3	<i>Encyonema</i> sp. n°3
ENS4	<i>Encyonema</i> sp. n°4
ESTI	<i>Encyonema stigmatoidum</i>
ECRU	<i>Encyonopsis</i> aff. <i>rumrichae</i>
ECIL	<i>Encyonopsis cilaosensis</i> sp. nov. (soumis)
ECP1	<i>Encyonopsis palmeti</i> sp. nov. (soumis)
EOS3	<i>Eolimna archibaldii</i>
EOMI	<i>Eolimna minima</i>
EORH	<i>Eolimna rhombelliptica</i>
EORU	<i>Eolimna ruttneri</i>
EOS1	<i>Eolimna</i> sp. n°1
EOS2	<i>Eolimna</i> sp. n°2
ESBM	<i>Eolimna subminuscule</i>
EADN	<i>Epithemia adnata</i>
EPYR	<i>Eunotia</i> aff. <i>pyramidata</i>
EBI1	<i>Eunotia bilunaris</i> form. 1
EBI2	<i>Eunotia bilunaris</i> form. 2
EBOT	<i>Eunotia botuliformis</i>
EEXI	<i>Eunotia exigua</i>

Code	Nom
EMIN	<i>Eunotia minor</i>
EUN1	<i>Eunotia</i> sp. n°1
EUN2	<i>Eunotia</i> sp. n°2
EUN3	<i>Eunotia</i> sp. n°3
EUN4	<i>Eunotia</i> sp. n°4
EUN5	<i>Eunotia</i> sp. n°5
EUN6	<i>Eunotia</i> sp. n°6
EUN8	<i>Eunotia</i> sp. n°8
EUN9	<i>Eunotia</i> sp. n°9
EUSD	<i>Eunotia</i> sp. n°10
EUNZ	<i>Eunotia</i> sp. n°11
FACS	<i>Fallacia</i> aff. <i>crassicostata</i>
FINS	<i>Fallacia insociabilis</i>
FLEN	<i>Fallacia lenzii</i>
FMER	<i>Fallacia meridionalis</i>
FPYG	<i>Fallacia pygmaea</i>
FSAP	<i>Fistulifera saprophila</i>
FGOU	<i>Fragilaria</i> aff. <i>goulardii</i>
FRA1	<i>Fragilaria</i> sp. n°1
FRA2	<i>Fragilaria</i> sp. n°2
FRA3	<i>Fragilaria</i> sp. n°3
FRA5	<i>Fragilaria</i> sp. n°5
FRA6	<i>Fragilaria</i> sp. n°6
FRA7	<i>Fragilaria</i> sp. n°7
FRA8	<i>Fragilaria</i> sp. n°8
FVAU	<i>Fragilaria vaucheriae</i>
FCRS	<i>Frustulia crassinervia</i>
FRU1	<i>Frustulia</i> sp. n°1
FRU3	<i>Frustulia</i> sp. n°3
FRU4	<i>Frustulia</i> sp. n°4
FRU5	<i>Frustulia</i> sp. n°5
FRU6	<i>Frustulia</i> sp. n°6
FRU7	<i>Frustulia</i> sp. n°7
FVUL	<i>Frustulia vulgare</i>
GBBO	<i>Geissleria bourbonensis</i>
GDEC	<i>Geissleria decussis</i>
GINO	<i>Geissleria ignota</i>
GMAF	<i>Geissleria mafatensis</i>
GMAS	<i>Geissleria mascarenensis</i>
GMMI	<i>Gomphonema minuta</i>
GADC	<i>Gomphonema</i> aff. <i>acidoclinatum</i>
GAN1	<i>Gomphonema</i> aff. <i>angustatum</i>
GDES	<i>Gomphonema</i> aff. <i>designatum</i>
GSCL	<i>Gomphonema</i> aff. <i>subclavatum</i>

Code	Nom
GSC2	<i>Gomphonema</i> aff. <i>subclavatum</i> 2
GARB	<i>Gomphonema afrhombicum</i>
GANG	<i>Gomphonema angustatum</i>
GAGV	<i>Gomphonema angustivalva</i>
GBOB	<i>Gomphonema bourbonense</i>
GBRA	<i>Gomphonema brasiliense</i> subsp. <i>pacificum</i>
GCLE	<i>Gomphonema clevei</i>
GCTT	<i>Gomphonema contraturris</i>
GCUV	<i>Gomphonema curvipedatum</i>
GGRA	<i>Gomphonema gracile</i> sensu auct. non null.
GLGN	<i>Gomphonema lagenula</i>
GLTC	<i>Gomphonema laticollum</i>
GMIN	<i>Gomphonema minutum</i>
GPAR	<i>Gomphonema parvulum</i>
GPAS	<i>Gomphonema parvulum</i> f. <i>saprophilum</i>
GPAP	<i>Gomphonema perapicatum</i>
GPRI	<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i>
GOM1	<i>Gomphonema</i> sp. n°1
GOM2	<i>Gomphonema</i> sp. n°2
GOM3	<i>Gomphonema</i> sp. n°3
GOM4	<i>Gomphonema</i> sp. n°4
GOM5	<i>Gomphonema</i> sp. n°5
GOM6	<i>Gomphonema</i> sp. n°6
GOM7	<i>Gomphonema</i> sp. n°7
GOM8	<i>Gomphonema</i> sp. n°8
GOM9	<i>Gomphonema</i> sp. n°9
GOMX	<i>Gomphonema</i> sp. n°10
GOMZ	<i>Gomphonema</i> sp. n°11
GOMD	<i>Gomphonema</i> sp. n°12
GOTZ	<i>Gomphonema</i> sp. n°13
GOQT	<i>Gomphonema</i> sp. n°14
GOQI	<i>Gomphonema</i> sp. n°15
GOSZ	<i>Gomphonema</i> sp. n°16
GODS	<i>Gomphonema</i> sp. n°17
GODH	<i>Gomphonema</i> sp. n°18
GODN	<i>Gomphonema</i> sp. n°19
GNIT	<i>Gomphonitzschia</i> sp.
GOAH	<i>Gomposphenia</i> cf. <i>ohauensis</i>
GTNR	<i>Gomposphenia tenerrima</i>
GYAC	<i>Gyrosigma acuminatum</i>
HLAC	<i>Halamphora acustuciula</i>
HGHA	<i>Halamphora ghanensis</i>
HLMO	<i>Halamphora montana</i>
HVEN	<i>Halamphora veneta</i>

Code	Nom
HAMP	<i>Hantzschia amphioxys</i>
KAAM	<i>Karayevia</i> aff. <i>amoena</i>
KBEB	<i>Kobayasiella bebourensis</i>
LHUN	<i>Lemnicola hungarica</i>
LGOE	<i>Luticola goeppertiana</i>
LMUT	<i>Luticola mutica</i>
LUT1	<i>Luticola</i> sp. n°1
MAGR	<i>Mayamaea agrestis</i>
MAPE	<i>Mayamaea permitis</i>
MVAR	<i>Melosira varians</i>
NBRL	<i>Navicula</i> aff. <i>brasiliana</i>
NCRX	<i>Navicula</i> aff. <i>crassulexigua</i>
NCRY	<i>Navicula</i> aff. <i>cryptocephala</i>
NJUA	<i>Navicula</i> aff. <i>juanitalinda</i>
NSRH	<i>Navicula</i> aff. <i>subrhynchocephala</i>
NANT	<i>Navicula antonii</i>
NCPR	<i>Navicula capitatoradiata</i>
NCXM	<i>Navicula cruxmeridionalis</i>
NCTE	<i>Navicula cryptotenella</i>
NERI	<i>Navicula erifuga</i>
NESC	<i>Navicula escambia</i>
NGRE	<i>Navicula gregaria</i>
NLAN	<i>Navicula lanceolata</i>
NNOT	<i>Navicula notha</i>
NPDZ	<i>Navicula podzorskii</i>
NQDJ	<i>Navicula quasidisjuncta</i>
NRAN	<i>Navicula ranomafanensis</i>
NRIE	<i>Navicula riediana</i>
NROS	<i>Navicula rostellata</i>
NSLC	<i>Navicula salinicola</i>
NSIA	<i>Navicula simulata</i>
NAS1	<i>Navicula</i> sp. n°1
NAS2	<i>Navicula</i> sp. n°2
NAS3	<i>Navicula</i> sp. n°3
NAS4	<i>Navicula</i> sp. n°4
NAS5	<i>Navicula</i> sp. n°5
NAS6	<i>Navicula</i> sp. n°6
NAS7	<i>Navicula</i> sp. n°7
NAS8	<i>Navicula</i> sp. n°8
NAS9	<i>Navicula</i> sp. n°9
NXX0	<i>Navicula</i> sp. n°10
NXX1	<i>Navicula</i> sp. n°11
NXX2	<i>Navicula</i> sp. n°12
NXX3	<i>Navicula</i> sp. n°13

Code	Nom
NXX4	<i>Navicula</i> sp. n°14
NXX5	<i>Navicula</i> sp. n°15
NXX6	<i>Navicula</i> sp. n°16
NXX7	<i>Navicula</i> sp. n°17
NXX8	<i>Navicula</i> sp. n°18
NXX9	<i>Navicula</i> sp. n°19
NTPT	<i>Navicula tripunctata</i>
NVDA	<i>Navicula vandamii</i>
NVEN	<i>Navicula veneta</i>
NES1	<i>Neidium</i> sp. n°1
NES2	<i>Neidium</i> sp. n°2
NLAL	<i>Nitzschia</i> aff. <i>labella</i>
NIPU	<i>Nitzschia</i> aff. <i>pusilla</i>
NAGN	<i>Nitzschia agnita</i>
NAMP	<i>Nitzschia amphibia</i>
NAFR	<i>Nitzschia amphibia</i> f. <i>frauenfeldii</i>
NBIA	<i>Nitzschia biacula</i>
NBRE	<i>Nitzschia brevissima</i>
NCLA	<i>Nitzschia clausii</i>
NFIC	<i>Nitzschia conferta</i>
NDIS	<i>Nitzschia dissipata</i>
NEPD	<i>Nitzschia epiphyticoides</i>
NFIL	<i>Nitzschia filiformis</i>
NFON	<i>Nitzschia fonticola</i>
NGRT	<i>Nitzschia granulata</i>
NINC	<i>Nitzschia inconspicua</i>
NLIN	<i>Nitzschia linearis</i>
NMIC	<i>Nitzschia microcephala</i>
NNYS	<i>Nitzschia nyassensis</i>
NOBT	<i>Nitzschia obtusa</i>
NPAL	<i>Nitzschia palea</i>
NIPF	<i>Nitzschia paleaeformis</i>
NREC	<i>Nitzschia recta</i>
NSOL	<i>Nitzschia solgensis</i>
NSTS	<i>Nitzschia soratensis</i>
NZS1	<i>Nitzschia</i> sp. n°1
NZS2	<i>Nitzschia</i> sp. n°2
NZS3	<i>Nitzschia</i> sp. n°3
NZS4	<i>Nitzschia</i> sp. n°4
NZS5	<i>Nitzschia</i> sp. n°5
NZS6	<i>Nitzschia</i> sp. n°6
NZS7	<i>Nitzschia</i> sp. n°7
NZS8	<i>Nitzschia</i> sp. n°8
NZS9	<i>Nitzschia</i> sp. n°9

Code	Nom
NZZ0	<i>Nitzschia</i> sp. n°10
NZZ1	<i>Nitzschia</i> sp. n°11
NZZ2	<i>Nitzschia</i> sp. n°12
NZZ3	<i>Nitzschia</i> sp. n°13
NZZ4	<i>Nitzschia</i> sp. n°14
NZZ5	<i>Nitzschia</i> sp. n°15
NZZ6	<i>Nitzschia</i> sp. n°16
NZZ7	<i>Nitzschia</i> sp. n°17
NZZ8	<i>Nitzschia</i> sp. n°18
NZZ9	<i>Nitzschia</i> sp. n°19
NZY0	<i>Nitzschia</i> sp. n°20
NZY1	<i>Nitzschia</i> sp. n°21
NZY2	<i>Nitzschia</i> sp. n°22
NZY3	<i>Nitzschia</i> sp. n°23
NZY4	<i>Nitzschia</i> sp. n°24
NZY5	<i>Nitzschia</i> sp. n°25
NZY6	<i>Nitzschia</i> sp. n°26
NZY7	<i>Nitzschia</i> sp. n°27
NZY8	<i>Nitzschia</i> sp. n°28
NZY9	<i>Nitzschia</i> sp. n°29
NZX0	<i>Nitzschia</i> sp. n°30
NZX1	<i>Nitzschia</i> sp. n°31
NZX2	<i>Nitzschia</i> sp. n°32
NZX3	<i>Nitzschia</i> sp. n°33
NZX4	<i>Nitzschia</i> sp. n°34
NZX5	<i>Nitzschia</i> sp. n°35
NZBO	<i>Nitzschia</i> sp. n°36
NSN1	<i>Nitzschia</i> sp. n°37
NSN2	<i>Nitzschia</i> sp. n°38
NZSU	<i>Nitzschia supralittorea</i>
NTRO	<i>Nitzschia tropica</i>
NUMB	<i>Nitzschia umbonata</i>
NUP1	<i>Nupela</i> sp. n°1
NUP2	<i>Nupela</i> sp. n°2
PGSC	<i>Pinnularia gibba</i> var. <i>sancta</i>
PMIC	<i>Pinnularia microstauron</i>
PSIN	<i>Pinnularia sinistra</i>
PIN1	<i>Pinnularia</i> sp. n°1
PIN2	<i>Pinnularia</i> sp. n°2
PIN3	<i>Pinnularia</i> sp. n°3
PIN4	<i>Pinnularia</i> sp. n°4
PSYM	<i>Placoneis symmetrica</i>
PTD6	<i>Planothidium</i> aff. <i>frequentissimum-aueri</i>
PLBI	<i>Planothidium biporum</i>

Code	Nom
PTDE	<i>Planothidium delicatulum</i>
PLFR	<i>Planothidium frequentissimum</i>
PTLA	<i>Planothidium lanceolatum</i>
PRBU	<i>Planothidium robustius</i>
PRS1	<i>Planothidium rostratum</i> form. 1
PRS2	<i>Planothidium rostratum</i> form. 2
PTD1	<i>Planothidium</i> sp. n°1
PTD2	<i>Planothidium</i> sp. n°2
PTD3	<i>Planothidium</i> sp. n°3
PTD4	<i>Planothidium</i> sp. n°4
PTD5	<i>Planothidium</i> sp. n°5
RABB	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>
RGIB	<i>Rhopalodia gibba</i>
RHIR	<i>Rhopalodia hirundiniformis</i>
RHOS	<i>Rhopalodia</i> sp. n°1
RHO2	<i>Rhopalodia</i> sp. n°2
SPUP	<i>Sellaphora pupula</i>
SSEM	<i>Sellaphora seminulum</i>
SEL1	<i>Sellaphora</i> sp. n°1
SEL2	<i>Sellaphora</i> sp. n°2
SEL3	<i>Sellaphora</i> sp. n°3
SMN1	<i>Seminavis</i> sp. n°1
SIDE	<i>Simonsenia delognei</i>
STHE	<i>Stauroneis</i> aff. <i>thermicola</i>
SRES	<i>Stauroneis resoluta</i>
SSMU	<i>Stausira mutabilis</i>
SPIN	<i>Stausirella</i> aff. <i>pinnata</i>
STB1	<i>Stenopterobia</i> sp. n°1
SANG	<i>Surirella angusta</i>
SUR1	<i>Surirella</i> sp. n°1
TMUS	<i>Terpsinoe musica</i>
TAPI	<i>Tryblionella apiculata</i>
TDEB	<i>Tryblionella debilis</i>
UACU	<i>Ulnaria acus</i>
UBIC	<i>Ulnaria biceps</i>
ULAN	<i>Ulnaria lanceolata</i>
UULN	<i>Ulnaria ulna</i>

	CODE STATION																																																			
	RPAA	RPAB	RPAC	RPAD	RPAE	RPAF	SEAA	SEAB	SEAC	SEAD	SEAE	SEAF	SGAA	SGAB	SGAC	SGAD	SGAE	SGAF	SGBF	SJAA	SJAB	SJAC	SJAD	SJAE	SJAF	SJBA	SJBB	SJBC	SJBD	SJBE	SZAA	SZAB	SZAC	SZAD	SZAE	SZAF	SZCA	SZCB	SZCC	SZCD	SZCE	SZCF	SZDA									
NRAN																										0,2		0,4				1,4	0,2	14,4	3,4	0,2						1			0,2							
NREC																																																				
NRIE																																															0,4					
NROS		0,2								0,4																		0,2		0,2		0,6		2,4	0,6																	
NSIA															0,6	0,2											0,6																									
NSLC																																																0,8				
NSN1																																																				
NSN2	22,2	79,4	1	77,8	5,4	16					1,4	7,4	1,4																0,2																							
NSOL								0,2			0,4			1		0,6				0,4								0,8																								
NSRH																																																				
NSTS			0,6				1,6		3,8	6	0,4		0,2											0,8					0,2		0,4		0,2										2									
NTPT											0,4	0,2	0,8		1,4																																					
NTRO	55,6		47	0,4	62,6	28,8	18,4		54,4	1,6	71	23,2	3,2		3,8	4,4	3	4,2	18,2	13,6		0,4	0,8						0,2	1,6				1	1,6						73,8	5,4										
NUMB																																																				
NUP1																																																				
NUP2																																																				
NVDA							0,4							2,6	2,2	2,6		2	1	0,4		0,4			0,2	0,4	0,2	1,4	0,2	0,2	0,2	2,8	0,6	1	1										0,4							
NVEN																		0,4	0,4																																	
NXX0																																																				
NXX1																																																				
NXX2																																																				
NXX3																																																				
NXX4																																																				
NXX5																																																				
NXX6																																																				
NXX7																																																				
NXX8																																																				
NZBO	8,6	1,6	1,6	3,2	2	18,4	2,4	13,2	0,2	1		0,8	3,6	8,8	14	9	5,2	4,2	17,8	3,4	63,8		47,8	26	37,8	11,6	33,2	28	37,2	23,8	5		5,2	8,8	11,8	6,2	17,6	8,4	22,2	9,8	4,6	26,6										
NZS1																																																				
NZS2																																																				
NZS3																																																				
NZS4																																																				
NZS5																																																				
NZS6																																																				
NZS7																																																				
NZS8																																																				
NZS9									0,4											0,4									0,2																							
NZSU																																																				
NZX0																																																				
NZX1																																																				
NZX2																																																				
NZX3																																																				
NZX4																																																				
NZX5																																																				
NZY0																																																				
NZY1																																																				
NZY2																																																				
NZY4																																																				
NZY5																																																				
NZY6						0,8																																														
NZY7																																																				
NZY9																																																				
NZZ0																																																				
NZZ1																																																				
NZZ2																																																				

Annexe 4.Valeurs par station des paramètres abiotiques.

Stations	Altitude (m)	pH (unité pH)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	Calcium (mg(Ca)/L)	Chlorures (mg(Cl)/L)	Sodium (mg(Na)/L)	Sulfates (mg(SO4)/L)	Titre alcalimétrique complet (°f)	Stations	Altitude (m)	pH (unité pH)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	Calcium (mg(Ca)/L)	Chlorures (mg(Cl)/L)	Sodium (mg(Na)/L)	Sulfates (mg(SO4)/L)	Titre alcalimétrique complet (°f)
BCAA	370	9,4	24,1	324,0	21,64	3,73	35,60	40,68	12,66	DNCA	20	8,4	25,5	113,9	8,81	3,23	5,05	1,00	5,48
BCAB	370	8,9	28,5	338,0	25,84	3,16	34,08	41,04	13,40	DNCB	20	8,1	24,0	106,2	8,75	3,99	4,94	1,00	4,76
BCAC	370	9,0	23,4	312,0	22,21	3,73	34,96	38,51	12,12	DNCC	20	8,6	25,7	111,4	8,66	3,37	4,93	1,00	5,31
BCAD	370	9,0	27,2	293,0	24,20	2,37	28,46	32,15	12,00	DNCD	20	7,8	23,7	108,0	8,32	3,72	5,13	1,00	5,40
BCAE	370	8,8	20,4	314,7	23,40	3,80	34,71	39,19	12,66	DNCE	20	8,0	24,9	111,4	8,93	3,76	3,76	1,00	5,44
BCAF	370	9,3	21,0	329,5	24,00	4,00	35,00	45,30	12,70	DNCF	20	8,1	22,2	100,1	10,00	3,40	5,30	1,00	5,60
BCBA	200	8,9	26,3	302,0	24,66	5,40	25,43	23,58	12,49	ERAA	1	7,7	28,8	2252,0	33,18	355,27	232,15	74,85	19,66
BCBB	200	8,6	27,8	331,0	26,26	3,77	31,87	36,44	13,32	ERAB	1	7,4	29,8	1628,4	30,44	351,83	224,71	68,79	15,24
BCBC	200	9,2	23,5	276,0	23,41	5,18	25,55	22,49	11,74	ERAC	1	7,4	26,9	1844,8	34,35	459,27	292,23	86,53	14,76
BCBD	200	8,8	29,0	293,0	23,70	2,42	28,13	30,93	11,94	ERAD	1	7,6	29,5	1483,0	28,57	259,60	173,16	53,78	19,52
BCBE	200	9,3	20,7	267,0	21,81	4,89	24,06	15,77	11,51	ERAE	1	7,6	25,6	2689,8	36,68	589,62	368,95	103,01	12,83
BCBF	200	9,5	23,0	281,4	22,00	4,90	26,00	30,40	10,30	ERAF	1	7,9	26,8	15191,8	34,74	468,05	297,78	88,13	15,75
BNAA	1000	8,2	18,0	309,0	27,91	0,35	21,40	38,13	11,94	ESAA	190	8,0	21,4	122,6	7,51	3,16	6,73	1,00	5,59
BNAB	1000	8,1	18,0	289,0	26,96	0,35	20,73	39,68	11,53	ESAB	190	7,9	22,6	95,0	6,57	2,79	5,73	1,00	4,37
BNAC	1000	8,1	17,9	294,0	27,95	0,35	21,43	36,60	11,55	ESAD	190	8,1	24,1	71,4	5,64	2,58	5,03	1,00	3,92
BNAD	1000	8,1	18,8	241,0	23,07	0,35	18,08	36,28	8,52	ESAE	190	8,3	20,9	97,7	7,70	3,00	6,61	1,00	5,46
BNAE	1000	7,2	15,6	268,0	27,22	2,30	20,35	36,94	11,29	ESAF	190	8,8	19,7	92,2	7,40	3,40	4,60	1,00	5,20
BNAF	1000	7,8	15,8	306,0	31,00	0,35	21,00	43,80	12,60	ETAA	532	7,6	17,8	38,4	2,64	2,02	1,64	0,30	1,83
BPAB	8	7,4	25,8	85,2	4,59	7,63	5,45	1,00	2,94	ETAB	532	7,7	23,4	28,2	1,82	0,35	1,53	0,30	1,28
BPAC	8	7,7	23,7	82,0	3,30	7,60	3,89	1,00	2,08	ETAC	532	7,6	16,2	31,1	1,79	4,27	1,42	0,30	1,15
BPAD	8	7,7	26,0	96,7	5,68	7,34	5,75	1,00	3,33	ETAE	532	7,5	17,5	27,9	1,62	6,10	1,65	1,00	1,00
BPAE	8	7,6	21,1	91,3	6,08	7,68	6,03	1,00	3,60	ETAF	532	7,2	15,0	13,5	2,68	2,20	1,60	0,30	1,70
BPAF	8	7,6	22,5	87,9	4,70	6,60	5,10	1,00	3,00	FJBA	350	8,8	18,9	227,0	21,22	2,40	16,52	13,42	10,35
BSAA	346	8,5	22,7	114,9	10,22	0,35	6,09	1,00	5,72	FJBB	350	8,5	20,3	222,0	21,50	2,39	15,00	9,19	10,05
BSAC	346	8,4	16,6	113,4	4,33	0,35	8,17	2,19	3,49	FJBC	350	8,3	17,8	232,0	21,00	2,97	17,35	12,72	10,24
BSAE	346	8,3	16,3	118,8	10,56	0,35	6,10	1,00	5,82	FJBD	350	8,6	20,9	231,3	22,08	2,50	15,89	10,93	10,62
BSAF	346	8,5	18,4	100,5	11,00	0,35	4,80	1,00	5,30	FJBE	350	8,5	19,0	216,4	20,06	2,36	14,33	10,64	10,09
CMAA	1	7,6	21,7	337,0	16,54	34,17	31,49	9,23	8,96	FJBF	350	8,7	17,7	229,3	23,00	2,40	18,00	13,40	10,70
CMAB	1	7,6	22,5	290,0	17,11	23,55	25,26	10,10	8,69	GJAA	312	7,3	20,4	58,4	3,41	6,17	4,96	1,00	1,71
CMAC	1	7,8	22,7	276,5	16,75	18,63	21,24	7,43	8,47	GJAB	312	7,2	22,3	52,8	3,54	5,41	4,62	1,00	1,54
CMAD	1	7,4	26,3	495,5	17,21	43,69	43,60	18,22	10,37	GJAD	312	7,4	22,5	38,0	2,79	5,88	4,66	1,00	1,53
CMAE	1	7,6	21,7	371,0	17,75	42,74	35,62	11,40	8,79	GJAF	312	7,1	18,0	38,8	3,10	6,10	4,70	1,00	1,30
DNAA	70	8,6	20,3	106,4	8,94	2,91	4,53	1,00	5,21	GLCA	300	9,0	26,7	197,8	13,27	2,26	24,67	3,30	10,11
DNAB	70	8,1	21,7	98,3	8,34	3,34	4,39	1,00	4,45	GLCB	300	8,7	20,9	189,2	14,50	0,35	20,53	2,58	9,78
DNAC	70	8,4	19,9	106,0	8,81	3,06	4,48	1,00	5,06	GLCC	300	9,3	23,1	192,2	12,08	1,34	15,71	2,07	7,66
DNAD	70	8,1	21,8	108,0	8,56	3,17	4,70	1,00	5,12	GLCD	300	8,4	23,3	168,8	14,26	0,35	18,89	1,00	8,63
DNAE	70	8,6	21,4	98,3	9,00	2,82	2,17	1,00	5,14	GLCE	300	8,8	19,2	188,0	14,34	2,15	23,40	3,22	10,17
DNAF	70	8,3	18,5	100,9	9,30	2,80	4,30	1,00	5,10	GLCF	300	9,3	23,5	194,6	16,00	2,30	20,00	3,20	9,80

Stations	Altitude (m)	pH (unité pH)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	Calcium (mg(Ca)/L)	Chlorures (mg(Cl)/L)	Sodium (mg(Na)/L)	Sulfates (mg(SO4)/L)	Titre alcalimétrique complet (°f)	Stations	Altitude (m)	pH (unité pH)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	Calcium (mg(Ca)/L)	Chlorures (mg(Cl)/L)	Sodium (mg(Na)/L)	Sulfates (mg(SO4)/L)	Titre alcalimétrique complet (°f)
GLDA	120	9,0	21,0	170,5	13,45	2,96	15,06	2,01	8,50	MACA	250	8,7	21,0	223,0	19,15	2,74	15,41	7,48	10,83
GLDB	120	8,7	23,9	176,3	14,20	2,28	16,00	2,18	8,98	MACB	250	8,2	22,3	234,0	20,60	2,64	14,51	7,11	10,67
GLDC	120	9,5	23,6	170,6	10,68	3,01	10,75	1,00	6,14	MACC	250	8,7	21,5	224,0	19,52	2,75	16,36	7,34	10,97
GLDD	120	8,3	23,8	163,1	13,54	0,35	15,39	1,00	7,85	MACD	250	8,6	22,4	225,0	19,49	3,38	15,14	7,16	10,77
GLDE	120	8,6	22,9	147,5	11,75	2,47	12,55	1,00	6,98	MACE	250	8,5	20,8	253,6	18,87	2,72	13,52	6,42	10,58
GLDF	120	10,1	25,8	148,8	15,00	3,00	12,00	0,30	8,40	MACF	250	8,8	20,3	229,6	21,00	2,90	17,00	8,00	11,30
GOAB	3	7,7	24,3	937,0	35,61	48,66	48,50	89,39	11,87	MADA	30	8,2	24,0	174,2	14,47	3,19	10,99	4,78	8,00
GOAC	3	7,4	23,2	872,5	64,89	88,62	90,74	280,14	12,00	MNAB	4	7,4	24,3	1093,5	43,52	183,80	134,03	52,29	42,40
GOAD	3	7,4	23,7	340,5	20,21	7,06	26,02	22,33	12,01	MNAC	4	7,8	26,4	1525,0	31,20	153,70	138,31	68,92	36,41
GOAE	3	7,4	21,2	507,7	34,16	43,31	45,34	85,75	12,13	MNAD	4	7,7	24,5	1107,0	37,11	92,08	80,83	48,44	37,02
LGCA	270	8,0	18,9	84,7	4,43	0,35	8,60	2,47	3,75	MNAE	4	7,9	22,6	1521,7	30,84	166,93	176,89	74,38	56,75
LGCB	270	6,5	23,4	85,1	4,22	2,08	7,85	2,63	3,88	MRAA	1300	6,4	18,2	10,0	0,25	0,35	1,12	0,30	0,39
LGCC	270	7,9	18,8	83,8	4,11	2,08	7,84	2,36	3,52	MRAB	1300	5,5	18,0	7,4	0,25	0,35	0,50	0,30	0,32
LGCD	270	7,9	19,2	79,4	4,16	2,41	7,83	2,22	3,29	MRAC	1300	7,2	15,4	14,1	0,25	0,35	0,50	0,30	0,29
LGCE	270	8,0	18,3	84,9	3,68	2,31	8,21	2,54	3,66	MRAD	1300	6,6	18,4	7,0	0,25	0,35	1,24	0,30	0,33
LGCF	270	8,2	18,7	80,2	5,50	2,20	8,10	3,00	3,80	MRAE	1300	5,6	10,7	13,5	0,25	0,35	1,47	0,30	0,43
LGDA	40	8,2	21,0	83,3	4,38	0,35	8,61	2,48	3,75	MRAF	1300	6,3	14,6	5,5	0,25	0,35	1,30	0,30	0,30
LGDB	40	7,5	20,1	85,3	4,25	2,12	7,94	2,68	3,92	MRCA	60	8,2	19,1	71,4	6,05	0,35	4,74	1,00	3,66
LGDC	40	8,1	20,9	83,3	9,04	2,33	11,76	1,74	5,96	MRCB	60	7,9	22,8	53,5	4,41	1,32	3,34	0,30	2,60
LGDD	40	8,1	22,4	75,9	4,04	2,57	7,57	2,06	3,15	MRCC	60	7,8	19,3	65,6	4,16	2,33	2,87	1,00	2,49
LGDE	40	8,3	19,7	84,3	4,25	2,43	8,15	2,57	3,64	MRCD	60	8,2	22,0	72,2	5,88	2,18	4,46	0,65	3,37
LGDF	40	8,7	20,2	78,2	5,20	2,00	8,20	2,70	3,80	MRCE	60	7,7	16,9	69,5	5,83	2,03	4,76	1,00	3,62
LNAA	666	7,6	17,4	38,9	3,22	2,30	2,61	0,30	1,79	MRCF	60	8,3	18,0	67,7	5,80	2,20	4,40	1,00	2,70
LNAB	666	7,6	19,3	41,1	3,36	2,15	2,81	1,00	1,71	MRDA	5	7,9	21,5	83,0	6,33	2,34	4,88	1,00	3,81
LNAC	666	7,8	15,9	41,9	1,84	2,55	0,02	2,02	0,98	MRDB	5	7,4	22,2	60,3	4,56	2,72	3,76	0,65	2,68
LNAD	666	7,6	19,4	40,1	2,88	2,21	2,65	0,30	1,78	MRDC	5	7,7	20,6	68,8	4,50	2,50	3,19	1,00	2,68
LNAE	666	7,5	15,7	49,8	3,25	2,35	2,89	0,30	1,77	MRDD	5	7,9	22,5	77,0	5,70	2,52	4,70	1,00	3,48
LNAF	666	7,7	15,1	25,7	3,30	2,60	2,80	0,30	1,60	MRDE	5	7,9	18,8	70,3	5,38	2,36	4,84	1,00	3,66
MAAA	670	9,0	17,7	377,5	36,14	0,35	23,46	9,35	21,87	MRDF	5	8,1	19,1	66,2	6,00	2,70	4,70	1,00	3,60
MAAB	670	8,5	19,1	279,5	24,90	0,35	16,12	4,91	14,24	PLAA	140	8,6	24,7	104,2	6,88	2,03	12,14	1,00	5,13
MAAC	670	8,6	17,8	371,0	33,07	0,35	23,38	6,64	20,44	PLAB	140	8,2	25,3	108,6	8,73	2,37	10,91	1,00	5,15
MAAD	670	8,8	20,7	283,0	25,10	0,35	17,10	5,19	15,51	PLAC	140	8,4	21,6	101,2	8,63	4,64	11,67	1,79	5,46
MAAE	670	8,6	17,0	350,8	31,11	0,35	21,92	6,21	19,58	PLAD	140	10,9	26,0	113,0	6,54	2,07	11,64	1,00	5,08
MAAF	670	8,8	16,9	385,0	37,00	0,35	26,00	7,90	22,40	PLAE	140	8,5	21,5	103,1	5,57	2,09	9,42	1,00	4,77
MABA	360	8,8	19,6	249,0	20,57	2,54	17,17	6,01	13,38	PLAF	140	8,6	24,0	94,7	8,30	0,35	9,00	1,00	4,90
MABB	360	8,5	20,9	248,0	21,63	2,58	15,84	5,95	12,19	PLDF	140	9,3	26,7	92,3	8,90	2,20	8,50	1,00	5,10
MABC	360	8,5	21,1	257,0	20,50	3,00	18,36	5,35	13,55										
MABD	360	8,6	22,9	238,5	20,21	2,69	15,26	6,05	12,02										
MABE	360	8,5	19,0	237,8	19,90	2,53	14,56	5,33	12,31										
MABF	360	8,7	17,8	269,7	23,00	2,50	20,00	6,20	13,90										

Stations	Altitude (m)	pH (unité pH)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	Calcium (mg(Ca)/L)	Chlorures (mg(Cl)/L)	Sodium (mg(Na)/L)	Sulfates (mg(SO4)/L)	Titre alcalimétrique complet (°f)	Stations	Altitude (m)	pH (unité pH)	Température (°C)	Conductivité (µS/cm)	Calcium (mg(Ca)/L)	Chlorures (mg(Cl)/L)	Sodium (mg(Na)/L)	Sulfates (mg(SO4)/L)	Titre alcalimétrique complet (°f)
PNBA	350	8,5	20,7	80,5	6,75	2,14	4,75	1,00	3,71	SJAA	6	7,7	25,1	121,2	8,35	9,41	9,03	2,19	4,30
PNBB	350	7,7	20,2	83,5	6,89	2,21	4,64	1,00	3,80	SJAB	6	7,3	27,5	135,1	10,20	9,65	9,61	2,87	4,67
PNBC	350	8,0	19,8	83,1	7,09	2,32	5,67	1,00	3,68	SJAC	6	7,3	23,4	122,8	9,20	10,46	9,72	2,00	4,61
PNBD	350	7,7	20,1	83,6	6,96	2,45	4,97	1,00	3,57	SJAD	6	7,5	25,2	83,7	8,39	9,50	8,55	2,81	4,04
PNBE	350	8,3	19,4	83,2	6,75	2,66	4,73	1,00	3,56	SJAE	6	7,6	22,6	120,5	9,08	9,78	9,78	2,71	4,77
PNBF	350	8,4	19,5	76,1	8,00	2,20	4,70	1,00	3,70	SJAF	6	7,8	22,4	102,4	9,40	10,00	9,70	2,50	4,40
ROAA	12	8,4	22,3	65,9	4,21	3,86	3,53	1,00	2,74	SJBA	1	7,1	26,0	158,0	11,21	11,44	11,46	2,20	6,04
ROAB	12	7,5	23,1	54,2	3,53	4,19	3,33	1,00	2,15	SJBB	1	7,3	24,4	128,0	9,31	9,90	8,76	2,57	4,35
ROAC	12	7,8	20,1	31,6	2,17	3,05	1,54	1,00	1,13	SJBC	1	7,7	24,9	135,5	9,46	10,05	9,81	1,77	4,92
ROAD	12	7,9	24,2	56,5	3,88	3,64	3,28	1,00	2,38	SJBD	1	7,1	24,9	121,9	8,27	9,70	8,60	2,50	4,35
ROAE	12	7,8	19,4	64,1	4,64	3,52	3,68	1,00	2,78	SJBE	1	7,1	22,5	146,7	10,76	10,72	10,22	2,55	5,32
ROAF	12	7,9	19,6	54,3	3,60	3,70	3,10	1,00	2,10	SZAA	3	7,3	25,3	137,2	6,03	7,63	6,68	1,00	3,61
ROBB	5	7,3	24,2	67,8	4,06	5,46	4,13	1,00	2,63	SZAB	3	7,2	25,6	113,0	7,34	8,21	7,90	1,00	4,15
ROBC	5	7,6	21,4	55,4	2,43	3,62	1,96	1,00	1,35	SZAC	3	7,3	26,0	200,2	14,61	20,47	16,00	2,93	9,00
ROBD	5	7,1	24,7	82,1	4,59	5,01	4,31	1,00	2,79	SZAD	3	7,4	24,3	79,7	5,97	7,74	6,90	1,00	3,44
ROBE	5	7,5	22,3	68,0	5,52	5,18	4,77	1,00	3,27	SZAE	3	7,1	22,0	113,4	9,72	10,14	9,17	2,50	5,49
ROBF	5	7,8	20,7	61,6	3,70	4,40	3,60	1,00	2,30	SZAF	3	7,5	23,6	140,7	9,50	11,20	9,60	2,00	5,40
RPAA	10	8,4	23,4	100,4	7,87	2,27	6,28	2,16	4,56	SZCA	365	7,8	20,7	59,8	3,73	4,21	4,01	1,00	2,10
RPAB	10	7,2	21,7	100,6	7,46	2,73	5,90	2,34	4,68	SZCB	365	7,7	21,9	48,8	3,48	3,33	3,54	1,00	1,72
RPAC	10	8,0	21,3	101,6	10,60	1,67	14,77	2,54	7,02	SZCC	365	7,7	22,3	71,6	5,19	5,85	5,40	1,00	2,86
RPAD	10	7,8	22,9	96,5	8,19	3,77	6,93	2,46	4,38	SZCD	365	7,7	22,1	51,5	3,35	3,93	3,90	1,00	1,93
RPAE	10	8,1	21,3	102,1	7,65	3,17	6,52	2,37	4,45	SZCE	365	7,8	18,9	50,3	3,91	4,20	4,15	1,00	2,21
RPAF	10	8,2	20,2	95,5	8,90	2,70	6,00	2,20	3,40	SZCF	365	7,9	21,7	51,2	3,80	4,40	4,10	1,00	2,00
SEAA	35	8,5	25,3	104,2	8,30	2,67	5,82	1,00	4,39	SZDA	1	7,4	28,8	3650,0	33,37	1019,72	575,90	139,28	9,41
SEAB	35	8,2	26,7	170,8	14,34	3,81	12,99	11,09	6,93										
SEAC	35	8,2	23,6	103,5	16,96	3,02	19,53	18,55	8,50										
SEAD	35	8,3	28,0	189,1	15,25	2,68	14,56	14,58	7,37										
SEAE	35	8,4	22,0	100,9	8,33	2,43	5,75	1,00	4,12										
SEAF	35	8,4	22,3	99,9	12,00	2,90	7,80	4,50	5,40										
SGAA	40	8,2	20,2	162,4	12,37	7,83	13,79	2,60	6,67										
SGAB	40	8,0	20,9	180,5	12,86	9,45	12,34	3,76	6,20										
SGAC	40	8,1	20,5	147,9	9,90	7,42	10,29	2,44	5,55										
SGAD	40	8,0	21,4	176,2	11,85	9,75	12,38	3,71	6,30										
SGAE	40	8,1	20,1	154,2	11,72	7,44	7,90	2,55	5,82										
SGAF	40	8,1	19,4	153,6	12,00	7,90	11,00	2,60	5,80										
SGBF	11	8,3	20,7	150,3	12,00	9,00	12,00	2,80	6,00										

Stations	Matières en suspension (mg/L)	Taux de saturation en oxygène (%)	COD (mg(C)/L)	DCO (mg(O2)/L)	DBO5 (mg(O2)/L)
BCAA	4,15	110,0	0,90	10,00	1,50
BCAB	4,00	158,6	0,87	10,00	1,50
BCAC	1,00	130,0	1,90	10,00	1,50
BCAD	9,90	99,3	0,98	10,00	1,50
BCAE	1,55	114,8	0,81	10,00	1,50
BCAF	4,55	129,3	0,97	10,00	1,55
BCBA	1,00	111,0	0,63	10,00	1,50
BCBB	16,50	153,0	0,81	10,00	1,50
BCBC	3,50	122,0	0,79	10,00	1,50
BCBD	11,10	96,9	0,85	10,00	1,50
BCBE	2,00	111,6	0,80	10,00	1,50
BCBF	2,10	111,6	1,13	10,00	1,80
BNAA	1,00	122,0	0,37	10,00	1,50
BNAB	2,70	133,0	0,48	10,00	1,50
BNAC	1,00	111,0	0,48	10,00	1,50
BNAD	1,00	97,1	0,57	10,00	1,50
BNAE	1,00	96,3	0,46	10,00	1,50
BNAF	1,00	70,1	0,54	10,00	1,10
BPAB	1,50	87,7	0,77	10,00	1,50
BPAC	2,50	102,0	2,21	10,00	1,50
BPAD	1,00	93,8	1,23	10,00	1,50
BPAE	1,00	92,0	0,65	10,00	1,50
BPAF	1,00	106,6	1,06	10,00	1,00
BSAA	1,00	122,0	0,66	10,00	1,50
BSAC	1,00	98,7	0,15	42,00	1,50
BSAE	1,00	97,8	0,54	10,00	1,50
BSAF	1,00	105,9	0,86	10,00	0,85
CMAA	7,00	86,2	0,58	10,00	1,50
CMAB	3,80	76,3	0,61	10,00	1,50
CMAC	6,67	100,0	1,89	10,00	1,50
CMAD	11,15	69,1	2,39	10,00	2,33
CMAE	10,50	90,2	1,15	10,00	1,50
DNAA	1,00	101,6	4,06	10,00	1,50
DNAB	1,00	101,7	0,79	10,00	1,50
DNAC	6,00	112,0	0,44	10,00	1,50
DNAD	1,00	91,0	5,60	10,00	1,50
DNAE	1,00	95,2	0,55	10,00	1,50
DNAF	1,00	95,4	0,56	10,00	0,70

Stations	Matières en suspension (mg/L)	Taux de saturation en oxygène (%)	COD (mg(C)/L)	DCO (mg(O2)/L)	DBO5 (mg(O2)/L)
DNCA	2,00	98,5	4,86	10,00	1,50
DNCB	1,00	104,0	0,80	10,00	1,50
DNCC	1,00	111,0	0,71	10,00	1,50
DNCD	1,00	74,2	5,61	10,00	1,50
DNCE	1,00	97,1	0,65	10,00	1,50
DNCF	1,00	90,7	0,56	10,00	0,60
ERAA	25,53	40,9	8,24	62,00	5,25
ERAB	9,40	10,6	6,97	25,40	5,10
ERAC	5,30	24,1	6,60	36,00	5,50
ERAD	13,27	22,7	8,12	22,00	7,67
ERAE	10,46	47,8	6,88	49,50	2,75
ERAF	16,87	83,5	4,71	70,00	1,77
ESAA	1,00	110,0	0,39	10,00	1,50
ESAB	1,00	105,0	0,72	10,00	1,50
ESAD	3,60	71,2	0,97	10,00	1,50
ESAE	1,00	94,9	0,50	10,00	1,50
ESAF	1,00	99,0	0,87	10,00	0,90
ETAA	1,00	98,0	0,81	10,00	1,50
ETAB	1,00	98,1	4,55	10,00	1,50
ETAC	1,00	96,0	3,26	10,00	1,50
ETAE	1,00	90,5	3,56	10,00	1,50
ETAF	3,50	93,8	4,19	10,00	2,60
FJBA	1,00	97,2	4,57	10,00	3,00
FJBB	2,00	100,1	0,65	10,00	1,50
FJBC	1,00	98,9	0,64	10,00	1,50
FJBD	7,00	95,7	0,87	10,00	1,50
FJBE	7,00	92,2	0,91	10,00	1,50
FJBF	1,00	103,8	0,72	10,00	0,30
GJAA	1,00	93,4	1,12	10,00	1,50
GJAB	6,00	109,0	2,33	10,00	1,50
GJAD	1,00	86,0	0,86	10,00	1,50
GJAF	1,00	72,9	2,13	10,00	1,50
GLCA	2,00	121,0	0,94	10,00	1,50
GLCB	1,00	100,6	0,73	10,00	1,50
GLCC	1,00	111,6	0,86	10,00	1,50
GLCD	19,40	97,1	1,74	10,00	1,50
GLCE	1,00	114,0	0,84	10,00	1,50
GLCF	3,70	151,7	1,06	10,00	1,10

Stations	Matières en suspension (mg/L)	Taux de saturation en oxygène (%)	COD (mg(C)/L)	DCO (mg(O2)/L)	DBO5 (mg(O2)/L)
GLDA	1,60	107,9	0,81	10,00	1,50
GLDB	1,00	100,0	0,71	10,00	1,50
GLDC	3,67	109,0	0,72	18,00	1,50
GLDD	6,50	73,7	1,49	10,00	1,50
GLDE	3,40	108,6	0,78	10,00	1,50
GLDF	2,80	127,2	1,22	10,00	1,10
GOAB	1,67	52,3	0,97	10,00	1,50
GOAC	1,67	46,0	1,96	10,00	1,50
GOAD	2,67	75,8	1,89	10,00	1,50
GOAE	21,20	75,0	0,87	10,00	1,50
LGCA	1,00	106,5	0,33	10,00	1,50
LGCB	1,00	88,0	0,44	10,00	1,50
LGCC	1,00	104,8	0,21	10,00	1,50
LGCD	1,00	99,0	0,70	10,00	1,50
LGCE	1,00	88,2	0,31	10,00	1,50
LGCF	1,00	97,7	0,26	10,00	0,65
LGDA	1,00	107,0	0,42	10,00	1,50
LGDB	1,00	86,0	0,15	10,00	1,50
LGDC	1,00	107,3	0,55	10,00	1,50
LGDD	1,00	77,6	0,97	10,00	1,50
LGDE	1,00	95,2	0,37	10,00	1,50
LGDF	1,00	108,1	0,69	10,00	1,30
LNAA	1,00	102,0	3,10	10,00	1,50
LNAB	1,00	107,0	0,61	10,00	1,50
LNAC	1,00	99,0	0,58	10,00	1,50
LNAD	1,00	97,3	0,71	10,00	1,50
LNAE	1,00	86,9	0,56	10,00	1,50
LNAF	1,00	68,9	0,69	10,00	0,30
MAAA	1,00	97,3	3,35	10,00	1,50
MAAB	1,00	109,5	0,67	10,00	1,50
MAAC	1,00	100,6	0,72	10,00	1,50
MAAD	1,00	96,0	0,75	10,00	1,50
MAAE	1,00	85,7	0,66	10,00	1,50
MAAF	1,00	99,1	0,86	10,00	0,30
MABA	1,00	96,5	5,10	10,00	3,03
MABB	7,00	97,9	0,57	10,00	1,50
MABC	2,00	97,3	0,67	10,00	1,50
MABD	12,45	99,3	0,72	10,00	1,50
MABE	3,13	86,3	0,69	10,00	1,50
MABF	4,60	85,0	0,63	10,00	0,30

Stations	Matières en suspension (mg/L)	Taux de saturation en oxygène (%)	COD (mg(C)/L)	DCO (mg(O2)/L)	DBO5 (mg(O2)/L)	Stations	Matières en suspension (mg/L)	Taux de saturation en oxygène (%)	COD (mg(C)/L)	DCO (mg(O2)/L)	DBO5 (mg(O2)/L)	Stations	Matières en suspension (mg/L)	Taux de saturation en oxygène (%)	COD (mg(C)/L)	DCO (mg(O2)/L)	DBO5 (mg(O2)/L)
MACA	1,00	113,5	2,90	10,00	5,25	PNBA	1,00	103,0	0,15	10,00	1,50	SJAA	1,00	102,5	2,41	10,00	1,50
MACB	7,00	107,0	0,58	10,00	1,50	PNBB	1,00	100,5	0,27	10,00	1,50	SJAB	1,00	117,0	1,17	10,00	1,50
MACC	1,00	106,5	0,67	10,00	2,25	PNBC	1,00	97,4	1,60	10,00	1,50	SJAC	1,00	109,0	0,85	10,00	1,50
MACD	4,00	96,9	0,60	10,00	1,50	PNBD	1,00	112,0	0,46	10,00	1,50	SJAD	2,30	77,0	0,90	10,00	1,50
MACE	3,50	94,6	0,74	10,00	1,50	PNBE	1,00	95,1	0,33	10,00	1,50	SJAE	1,00	99,5	1,51	10,00	1,50
MACF	1,00	87,6	0,72	10,00	0,90	PNBF	1,00	101,4	0,38	10,00	0,90	SJAF	3,30	104,0	1,13	10,00	1,30
MADA	1,00	112,0	5,81	10,00	1,50	ROAA	1,00	101,8	0,62	10,00	1,50	SJBA	1,00	79,2	1,31	10,00	1,50
MNAB	6,67	4,0	18,84	43,33	3,00	ROAB	1,00	91,6	1,19	10,00	1,50	SJBB	1,00	78,6	0,93	10,00	1,50
MNAC	66,67	45,0	11,00	69,67	5,00	ROAC	6,00	106,0	4,57	10,00	1,50	SJBC	1,00	90,0	2,14	10,00	1,50
MNAD	40,70	45,5	7,79	25,00	2,83	ROAD	3,00	94,0	1,49	10,00	1,50	SJBD	2,81	88,1	1,28	10,00	1,50
MNAE	28,63	45,1	22,53	53,33	8,33	ROAE	1,00	90,7	0,54	10,00	1,50	SJBE	2,73	87,9	2,90	10,00	1,50
MRAA	1,00	90,6	3,16	10,00	1,50	ROAF	2,00	99,3	1,20	10,00	1,20	SZAA	1,00	102,5	4,59	10,00	1,50
MRAB	1,00	90,4	3,66	22,50	1,50	ROBB	1,50	90,0	1,02	10,00	1,50	SZAB	2,00	97,2	1,17	10,00	1,50
MRAC	1,00	107,0	6,73	10,00	1,50	ROBC	3,00	103,5	2,48	10,00	1,50	SZAC	1,55	103,1	1,19	10,00	2,75
MRAD	1,00	83,8	4,43	10,00	1,50	ROBD	3,00	88,1	1,37	10,00	1,50	SZAD	1,00	75,5	1,02	10,00	1,50
MRAE	1,00	65,0	3,31	10,00	1,50	ROBE	1,00	95,0	0,76	10,00	1,50	SZAE	4,80	88,0	1,20	10,00	1,50
MRAF	1,00	33,3	5,16	10,00	1,50	ROBF	2,05	108,9	1,21	10,00	1,25	SZAF	5,40	96,0	1,43	10,00	1,40
MRCA	5,00	108,6	0,72	10,00	1,50	RPAA	1,00	97,5	0,32	10,00	1,50	SZCA	1,00	102,6	4,14	10,00	1,50
MRCB	1,00	101,5	1,19	10,00	1,50	RPAB	1,00	88,0	0,15	10,00	1,50	SZCB	1,00	106,5	1,77	10,00	1,50
MRCC	3,50	113,0	1,34	10,00	1,50	RPAC	2,10	110,0	0,51	10,00	1,50	SZCC	3,50	104,3	1,03	25,00	2,75
MRCD	1,00	103,2	0,69	10,00	1,50	RPAD	1,00	77,7	0,41	10,00	1,50	SZCD	1,00	97,4	0,84	10,00	1,50
MRCE	1,00	92,8	0,57	10,00	1,50	RPAE	1,00	93,4	0,50	10,00	1,50	SZCE	1,00	92,9	0,96	10,00	1,50
MRCF	1,00	103,4	0,73	10,00	1,30	RPAF	1,00	99,5	0,34	10,00	0,85	SZCF	1,00	93,2	1,57	10,00	0,30
MRDA	1,00	110,0	0,36	10,00	1,50	SEAA	1,50	98,7	0,50	10,00	1,50	SZDA	10,00	83,8	1,51	10,00	1,50
MRDB	1,00	97,2	1,09	10,00	1,50	SEAB	17,55	111,5	1,55	10,00	2,75						
MRDC	3,00	109,5	1,23	10,00	1,50	SEAC	3,33	106,7	0,57	10,00	1,50						
MRDD	5,00	77,4	0,82	10,00	1,50	SEAD	7,90	74,1	0,66	10,00	1,50						
MRDE	1,00	92,6	0,47	10,00	1,50	SEAE	5,90	99,9	0,54	10,00	1,50						
MRDF	1,00	101,8	0,66	10,00	1,00	SEAF	3,35	107,7	0,66	10,00	1,10						
PLAA	4,50	99,5	3,57	10,00	1,50	SGAA	1,50	95,5	0,46	10,00	1,50						
PLAB	11,00	100,9	0,55	10,00	1,50	SGAB	2,00	108,0	0,47	10,00	1,50						
PLAC	2,67	103,2	0,41	10,00	1,50	SGAC	2,55	94,1	1,20	10,00	1,50						
PLAD	4,00	97,0	4,86	10,00	1,50	SGAD	1,00	95,9	1,62	10,00	1,50						
PLAE	3,90	99,0	0,49	10,00	1,50	SGAE	1,00	95,0	0,41	10,00	1,50						
PLAF	4,95	95,4	0,53	10,00	0,65	SGAF	1,00	99,6	0,47	10,00	0,65						
PLDF	4,40	117,9	0,72	10,00	1,20	SGBF	3,20	102,3	0,67	10,00	0,50						

Stations	Ammonium (mg(NH4)/L)	Azote Kjeldahl (mg(N)/L)	Nitrates mg(NO3)/L	Nitrites mg(NO2)/L	Orthophosphates (mg(PO4)/L)	Phosphore total (mg(P))	Stations	Ammonium (mg(NH4)/L)	Azote Kjeldahl (mg(N)/L)	Nitrates mg(NO3)/L	Nitrites mg(NO2)/L	Orthophosphates (mg(PO4)/L)	Phosphore total (mg(P))	Stations	Ammonium (mg(NH4)/L)	Azote Kjeldahl (mg(N)/L)	Nitrates mg(NO3)/L	Nitrites mg(NO2)/L	Orthophosphates (mg(PO4)/L)	Phosphore total (mg(P))
BCAA	0,01	1,01	0,15	0,05	0,03	0,02	DNCA	0,01	1,30	0,15	0,05	0,02	0,00	GLDA	0,07	1,35	0,33	0,05	0,05	0,02
BCAB	0,01	1,20	0,15	0,05	0,02	0,09	DNCB	0,01	0,80	0,15	0,05	0,02	0,03	GLDB	0,01	1,00	0,15	0,05	0,02	0,04
BCAC	0,01	0,90	0,15	0,05	0,02	0,03	DNCC	0,01	1,50	0,15	0,05	0,02	0,05	GLDC	0,01	1,21	0,64	0,05	0,02	0,08
BCAD	0,01	0,98	0,15	0,05	0,02	0,04	DNCD	0,01	0,70	0,15	0,05	0,02	0,03	GLDD	0,01	1,12	0,50	0,05	0,02	0,07
BCAE	0,01	1,11	0,33	0,05	0,03	0,04	DNCE	0,01	0,23	0,15	0,05	0,10	0,00	GLDE	0,01	2,50	0,33	0,05	0,06	0,03
BCAF	0,01	0,40	0,15	0,03	0,02	0,02	DNCF	0,01	0,65	0,50	0,05	0,02	0,03	GLDF	0,01	1,40	0,50	0,05	0,02	0,01
BCBA	0,01	1,49	2,09	0,05	0,11	0,04	ERAA	14,31	14,74	0,83	1,24	3,40	1,45	GOAB	0,01	1,47	2,51	0,05	0,06	0,09
BCBB	0,01	1,34	0,50	0,05	0,02	1,41	ERAB	6,47	6,23	1,40	0,45	4,23	1,68	GOAC	0,01	1,53	3,11	0,07	0,27	0,14
BCBC	0,01	1,70	1,62	0,05	0,05	0,05	ERAC	6,99	6,42	8,45	0,77	5,20	1,89	GOAD	0,01	1,71	1,19	0,05	0,17	0,10
BCBD	0,01	0,76	0,50	0,05	0,02	0,02	ERAD	13,53	11,59	0,38	0,35	2,22	1,08	GOAE	0,05	0,67	2,55	0,04	0,23	0,07
BCBE	0,01	2,00	1,23	0,05	0,10	0,04	ERAE	6,83	7,09	4,50	0,79	10,29	2,62	LGCA	0,01	0,93	0,50	0,05	0,33	0,13
BCBF	0,01	0,20	0,50	0,05	0,02	0,03	ERAF	0,01	2,70	5,43	0,04	1,32	1,89	LGCB	0,05	1,04	0,15	0,05	0,22	0,12
BNAA	0,01	1,20	0,50	0,05	0,05	0,04	ESAA	0,01	1,12	0,15	0,05	0,05	0,02	LGCD	0,01	1,12	1,07	0,05	0,22	0,11
BNAB	0,01	0,92	0,15	0,05	0,02	0,08	ESAB	0,01	1,60	0,15	0,05	0,13	0,05	LGCE	0,01	2,02	0,89	0,05	0,32	0,11
BNAC	0,01	1,50	0,15	0,05	0,05	0,05	ESAD	0,01	1,10	0,15	0,05	0,05	0,06	LGCF	0,01	0,70	0,50	0,05	0,36	0,11
BNAD	0,01	0,98	0,15	0,05	0,02	0,02	ESAE	0,01	0,31	0,15	0,05	0,10	0,04	LGDA	0,01	1,21	0,33	0,05	0,32	0,13
BNAE	0,01	2,00	0,15	0,01	0,17	0,06	ESAF	0,01	0,00	0,15	0,05	0,05	0,04	LGDB	0,01	1,09	0,50	0,05	0,22	0,13
BNAF	0,01	0,40	0,15	0,01	0,09	0,04	ETAA	0,01	1,43	0,15	0,05	0,02	0,02	LGDC	0,03	1,14	0,38	0,05	0,22	0,10
BPAB	0,01	1,68	1,18	0,05	0,02	0,03	ETAB	0,01	1,12	0,15	0,05	0,02	0,06	LGDD	0,01	1,54	0,50	0,05	0,22	0,10
BPAC	0,01	1,30	0,61	0,05	0,02	0,03	ETAC	0,01	0,98	0,15	0,05	0,02	0,05	LGDE	0,01	1,87	0,50	0,05	0,32	0,11
BPAD	0,01	1,18	1,60	0,01	0,02	0,03	ETAE	0,01	1,26	0,15	0,05	0,12	0,09	LGDF	0,01	0,45	0,15	0,05	0,21	0,08
BPAE	0,01	1,42	1,09	0,05	0,03	0,04	ETAF	0,01	0,30	0,15	0,05	0,02	0,01	LNAA	0,01	1,42	0,15	0,05	0,03	0,02
BPAF	0,01	0,75	1,55	0,05	0,03	0,31	FJBA	0,01	1,60	2,54	0,01	0,14	0,05	LNAB	0,01	0,80	0,50	0,05	0,02	0,20
BSAA	0,06	1,29	0,50	0,05	0,02	0,03	FJBB	0,01	1,20	4,86	0,05	0,02	0,08	LNAC	0,01	1,60	0,15	0,05	0,02	0,02
BSAC	0,01	1,18	0,50	0,05	0,29	0,23	FJBC	0,01	1,50	2,29	0,05	0,05	0,06	LNAD	0,01	1,40	0,15	0,05	0,02	0,04
BSAE	0,01	2,52	0,15	0,05	0,02	0,02	FJBD	0,01	1,77	4,44	0,05	0,05	0,06	LNAE	0,01	0,65	0,15	0,05	0,02	0,07
BSAF	0,01	0,75	0,50	0,05	0,06	0,02	FJBE	0,01	0,69	2,43	0,02	0,04	0,02	LNAF	0,01	0,00	0,15	0,05	0,02	0,01
CMAA	0,21	1,40	13,90	0,03	0,13	0,10	FJBF	0,01	0,00	1,90	0,05	0,02	0,03	MAAA	0,01	1,35	0,15	0,12	0,02	0,03
CMAB	0,01	1,38	17,88	0,04	0,28	0,13	GJAA	0,01	1,18	0,50	0,05	0,02	0,11	MAAB	0,01	1,25	0,15	0,05	0,13	0,07
CMAC	0,01	1,67	14,15	0,01	0,24	0,11	GJAB	0,01	2,60	0,50	0,05	0,02	0,03	MAAC	0,01	1,55	0,15	0,05	0,05	0,04
CMAD	0,67	1,29	13,25	0,21	3,29	1,17	GJAD	0,01	1,10	0,50	0,05	0,02	0,02	MAAD	0,01	2,20	0,15	0,05	0,05	0,05
CMAE	0,07	0,54	14,74	0,02	0,32	0,12	GJAF	0,01	0,00	0,50	0,05	0,02	0,02	MAAE	0,01	0,70	0,15	0,04	0,03	0,03
DNAA	0,01	1,30	0,50	0,05	0,05	0,04	GLCA	0,01	1,71	0,15	0,05	0,05	0,04	MAAF	0,01	0,00	0,15	0,05	0,02	0,02
DNAB	0,01	0,80	0,15	0,05	0,02	0,05	GLCB	0,01	1,50	0,15	0,01	0,02	0,07	MABA	0,01	1,50	0,50	0,05	0,10	0,03
DNAC	0,01	1,50	0,50	0,05	0,02	0,06	GLCC	0,01	1,07	0,33	0,05	0,02	0,06	MABB	0,01	1,50	1,75	0,05	0,05	0,10
DNAD	0,01	1,10	0,15	0,05	0,02	0,05	GLCD	0,01	1,12	0,50	0,05	0,02	0,08	MABC	0,01	1,60	0,50	0,05	0,05	0,07
DNAE	0,01	0,17	0,15	0,05	0,05	0,00	GLCE	0,01	2,24	0,15	0,05	0,02	0,01	MABD	0,01	2,15	1,74	0,05	0,03	0,12
DNAF	0,01	0,02	0,50	0,05	0,08	0,03	GLCF	0,01	0,00	0,15	0,03	0,02	0,03	MABE	0,01	0,85	0,74	0,05	0,06	0,07
														MABF	0,01	0,00	0,50	0,05	0,05	0,03

Stations	Ammonium (mg(NH4)/L)	Azote Kjeldahl (mg(N)/L)	Nitrates mg(NO3)/L	Nitrites mg(NO2)/L	Orthophosphates (mg(PO4)/L)	Phosphore total (mg(P))	Stations	Ammonium (mg(NH4)/L)	Azote Kjeldahl (mg(N)/L)	Nitrates mg(NO3)/L	Nitrites mg(NO2)/L	Orthophosphates (mg(PO4)/L)	Phosphore total (mg(P))	Stations	Ammonium (mg(NH4)/L)	Azote Kjeldahl (mg(N)/L)	Nitrates mg(NO3)/L	Nitrites mg(NO2)/L	Orthophosphates (mg(PO4)/L)	Phosphore total (mg(P))
MACA	0,01	1,40	1,41	0,03	0,05	0,06	PNBA	0,01	1,65	1,93	0,05	0,11	0,04	SJAA	0,04	1,43	1,54	0,05	0,05	0,23
MACB	0,01	1,20	3,11	0,05	0,02	0,11	PNBB	0,01	1,19	1,89	0,05	0,14	0,10	SJAB	0,01	1,90	2,74	0,05	0,10	0,06
MACC	0,01	1,60	1,12	0,05	0,05	0,05	PNBC	0,01	1,10	2,25	0,05	0,10	0,06	SJAC	0,01	0,84	2,48	0,05	0,05	0,08
MACD	0,01	2,20	3,07	0,05	0,05	0,07	PNBD	0,01	1,12	2,94	0,05	0,11	0,05	SJAD	0,01	1,10	3,00	0,05	0,05	0,04
MACE	0,01	0,77	1,18	0,04	0,14	0,06	PNBE	0,01	1,18	2,21	0,05	0,16	0,06	SJAE	0,01	0,97	2,56	0,05	0,11	0,04
MACF	0,01	0,35	0,50	0,05	0,06	0,14	PNBF	0,01	0,25	2,20	0,05	0,19	0,05	SJAF	0,01	1,20	2,30	0,05	0,02	0,07
MADA	0,01	1,50	0,50	0,05	0,02	0,03	ROAA	0,01	1,23	0,15	0,05	0,05	0,03	SJBA	0,15	1,40	1,33	0,05	0,02	0,06
MNAB	0,43	2,47	0,27	0,05	2,87	1,01	ROAB	0,01	1,45	0,15	0,05	0,02	0,04	SJBB	0,05	1,42	3,05	0,05	0,04	0,07
MNAC	2,24	4,03	0,27	0,05	1,27	0,64	ROAC	0,01	1,40	0,15	0,05	0,02	0,03	SJBC	0,09	1,40	1,89	0,05	0,04	0,08
MNAD	0,22	1,71	1,06	0,17	1,12	0,55	ROAD	0,01	1,14	0,15	0,05	0,02	0,06	SJBD	0,03	1,11	2,93	0,02	0,07	0,09
MNAE	0,70	3,95	0,50	0,05	2,00	0,82	ROAE	0,01	1,01	0,15	0,05	0,05	0,08	SJBE	0,02	0,73	2,61	0,04	0,09	0,07
MRAA	0,01	1,74	0,50	0,05	0,02	0,02	ROAF	0,01	0,35	0,33	0,05	0,02	0,03	SZAA	0,09	1,20	0,15	0,05	0,07	0,03
MRAB	0,01	1,42	0,33	0,05	0,02	0,03	ROBB	0,01	1,39	0,50	0,05	0,02	0,09	SZAB	0,05	1,80	0,50	0,05	0,02	0,04
MRAC	0,01	0,90	1,21	0,05	0,02	0,02	ROBC	0,01	1,30	0,33	0,05	0,02	0,03	SZAC	0,01	1,55	0,33	0,05	0,02	0,04
MRAD	0,01	0,98	0,33	0,01	0,02	0,03	ROBD	0,01	1,26	0,50	0,05	0,02	0,04	SZAD	0,01	1,30	1,51	0,05	0,02	0,07
MRAE	0,01	0,95	1,02	0,05	0,05	0,06	ROBE	0,01	1,73	0,33	0,05	0,02	0,02	SZAE	0,05	0,26	1,16	0,05	0,02	0,04
MRAF	0,01	0,00	0,50	0,05	0,02	0,30	ROBF	0,01	0,75	0,75	0,05	0,02	0,03	SZAF	0,01	0,05	0,33	0,05	0,02	0,04
MRCA	0,01	1,45	0,50	0,03	0,05	0,05	RPAA	0,01	1,30	0,50	0,05	0,22	0,07	SZCA	0,01	1,05	0,15	0,05	0,02	0,03
MRCB	0,01	1,23	0,33	0,05	0,03	0,04	RPAB	0,01	1,01	0,50	0,05	0,15	0,08	SZCB	0,01	1,65	0,15	0,05	0,02	0,03
MRCC	0,01	1,20	0,33	0,05	0,03	0,04	RPAC	0,01	1,31	0,65	0,05	0,10	0,08	SZCC	0,01	1,85	0,15	0,05	0,02	0,04
MRCD	0,01	1,02	0,33	0,05	0,05	0,06	RPAD	0,01	0,84	1,83	0,05	0,14	0,09	SZCD	0,01	1,30	0,15	0,05	0,02	0,03
MRCE	0,01	1,26	0,33	0,05	0,20	0,08	RPAE	0,01	2,07	1,46	0,05	0,30	0,10	SZCE	0,01	0,38	0,33	0,05	0,03	0,02
MRCF	0,01	0,35	0,50	0,05	0,05	0,02	RPAF	0,01	0,35	0,82	0,05	0,20	0,06	SZCF	0,01	0,35	0,15	0,05	0,02	0,02
MRDA	0,01	1,37	0,50	0,05	0,10	0,04	SEAA	0,03	1,52	1,88	0,03	0,05	0,03	SZDA	0,01	1,80	0,15	0,05	0,02	0,05
MRDB	0,01	1,67	0,50	0,05	0,07	0,04	SEAB	0,01	1,17	1,47	0,03	0,11	0,13							
MRDC	0,01	1,15	0,33	0,05	0,03	0,03	SEAC	0,04	1,29	1,35	0,05	0,07	0,06							
MRDD	0,01	1,40	0,50	0,05	0,05	0,05	SEAD	0,01	0,98	1,43	0,05	0,02	0,03							
MRDE	0,01	1,46	0,50	0,05	0,07	0,12	SEAE	0,01	1,38	1,65	0,05	0,14	0,07							
MRDF	0,01	0,50	0,50	0,05	0,05	0,03	SEAF	0,01	0,00	0,95	0,05	0,08	0,03							
PLAA	0,06	1,00	0,33	0,05	0,06	0,05	SGAA	0,03	1,35	6,09	0,05	0,18	0,06							
PLAB	0,01	0,80	0,50	0,05	0,02	0,07	SGAB	0,01	0,92	7,94	0,05	0,17	0,06							
PLAC	0,01	1,47	2,38	0,05	0,09	0,07	SGAC	0,05	1,26	5,73	0,05	0,19	0,11							
PLAD	0,01	0,70	0,15	0,05	0,10	0,07	SGAD	0,01	0,80	8,46	0,05	0,16	0,08							
PLAE	0,01	2,07	0,15	0,05	0,14	0,05	SGAE	0,01	0,65	5,86	0,04	0,21	0,07							
PLAF	0,01	0,15	0,15	0,05	0,03	0,04	SGAF	0,01	0,70	8,10	0,03	0,12	0,08							
PLDF	0,01	0,80	0,15	0,05	0,02	0,08	SGBF	0,01	0,30	7,90	0,05	0,22	0,07							

Annexe 5. Espèces indicatrices selon la méthode IndVal « Multipattern » (Seuil IndVal de 0,2)

Code taxon	A	B	IndVal	Indval.g	p.value	Groupe(s)	Code taxon	A	B	IndVal	Indval.g	p.value	Groupe(s)
GMMI	0,721	0,556	0,401	0,633	0,004	4	STB1	0,973	1,000	0,973	0,987	0,001	15
ECIL	0,950	0,222	0,211	0,459	0,025	5	EEXI	0,998	0,833	0,832	0,912	0,001	15
CDMN	0,847	0,267	0,226	0,475	0,013	8	CHS1	0,992	0,833	0,826	0,909	0,001	15
NIPF	0,947	0,200	0,189	0,435	0,015	8	ESTI	1,000	0,667	0,667	0,816	0,001	15
CMEN	0,804	0,615	0,495	0,704	0,002	11	FCRS	1,000	0,667	0,667	0,816	0,001	15
NAS8	0,685	0,615	0,422	0,649	0,002	11	CSBM	1,000	0,500	0,500	0,707	0,001	15
GPAS	0,910	0,462	0,420	0,648	0,001	11	FRU4	1,000	0,500	0,500	0,707	0,001	15
NSN1	0,985	0,385	0,379	0,616	0,001	11	EBOT	0,999	0,500	0,500	0,707	0,001	15
NMIC	1,000	0,308	0,308	0,555	0,006	11	EBI2	0,999	0,500	0,499	0,707	0,001	15
CATO	0,992	0,308	0,305	0,552	0,008	11	FRU6	0,980	0,500	0,490	0,700	0,001	15
NVEN	0,910	0,308	0,280	0,529	0,014	11	EUN9	0,978	0,500	0,489	0,699	0,001	15
NRIE	0,908	0,308	0,279	0,529	0,007	11	NUP1	1,000	0,333	0,333	0,577	0,001	15
FPYG	1,000	0,231	0,231	0,480	0,006	11	EBI1	0,989	0,333	0,329	0,574	0,001	15
KAAM	1,000	0,231	0,231	0,480	0,007	11	FRU1	0,902	0,333	0,301	0,548	0,003	15
NBRL	1,000	0,231	0,231	0,480	0,007	11	ENS1	0,758	0,333	0,253	0,503	0,015	15
NGRT	1,000	0,231	0,231	0,480	0,008	11	CSMU	1,000	0,167	0,167	0,408	0,050	15
NNYS	1,000	0,231	0,231	0,480	0,005	11	DDST	1,000	0,167	0,167	0,408	0,048	15
NZSU	0,988	0,231	0,228	0,477	0,019	11	ENS3	1,000	0,167	0,167	0,408	0,048	15
NUMB	0,981	0,231	0,226	0,476	0,016	11	EPYR	1,000	0,167	0,167	0,408	0,050	15
NZX0	0,971	0,231	0,224	0,473	0,027	11	EUN8	1,000	0,167	0,167	0,408	0,050	15
STHE	0,933	0,231	0,215	0,464	0,015	11	FRU5	1,000	0,167	0,167	0,408	0,050	15
DPUE	0,925	0,231	0,214	0,462	0,011	11	NXX8	0,968	0,167	0,161	0,402	0,033	15
HGHA	0,794	0,857	0,681	0,825	0,001	12	CHS3	0,957	0,167	0,160	0,399	0,041	15
NAS3	0,994	0,571	0,568	0,754	0,001	12	ECP1	0,999	0,857	0,857	0,926	0,001	16
HVEN	0,986	0,429	0,423	0,650	0,001	12	ADCT	0,814	0,571	0,465	0,682	0,002	16
SMN1	0,962	0,429	0,412	0,642	0,001	12	EUN2	1,000	0,286	0,286	0,535	0,004	16
TDEB	0,920	0,429	0,394	0,628	0,002	12	PTLA	0,602	0,800	0,482	0,694	0,001	19
NFIC	0,830	0,429	0,356	0,596	0,002	12	GBRA	0,804	1,000	0,804	0,897	0,001	20
DSUN	1,000	0,286	0,286	0,535	0,005	12	EADN	0,782	1,000	0,782	0,884	0,001	20
NJUA	0,951	0,286	0,272	0,521	0,008	12	NXX5	0,847	0,600	0,508	0,713	0,001	20
GSC2	0,863	0,286	0,246	0,496	0,016	12	GAGV	0,865	0,400	0,346	0,588	0,001	20
NZS7	0,785	0,286	0,224	0,474	0,019	12	COC1	0,856	0,400	0,342	0,585	0,003	20
BBRE	1,000	1,000	1,000	1,000	0,001	15	NCRX	0,756	0,400	0,302	0,550	0,010	20
CRCD	1,000	1,000	1,000	1,000	0,001	15	GOM6	1,000	0,200	0,200	0,447	0,018	20
EMIN	0,994	1,000	0,994	0,997	0,001	15	FRA6	0,949	0,200	0,190	0,436	0,025	20
KBEB	0,992	1,000	0,992	0,996	0,001	15	NZY2	0,878	0,200	0,176	0,419	0,020	20

Code taxon	A	B	IndVal	Indval.g	p.value	Groupe(s)
PRBU	0,864	0,867	0,749	0,865	0,001	21
ESLE	0,830	0,333	0,277	0,526	0,011	21
CAEX	0,935	0,685	0,641	0,800	0,001	4+5
DVUL	0,892	0,500	0,446	0,668	0,002	4+5
GMIN	0,783	0,567	0,444	0,666	0,003	5+8
NDIS	0,871	0,467	0,406	0,638	0,001	5+8
FSAP	0,939	0,328	0,308	0,555	0,012	5+11
NSN2	0,874	0,300	0,262	0,512	0,021	7+19
ACOP	0,970	0,250	0,243	0,493	0,019	8+11
TAPI	0,967	0,214	0,207	0,455	0,030	8+11
SPIN	0,956	0,318	0,304	0,552	0,007	8+12
COC2	0,908	0,227	0,206	0,454	0,018	8+12
NBIA	0,961	0,182	0,175	0,418	0,034	8+12
CTRO	0,892	0,467	0,416	0,645	0,010	8+21
NCRY	0,795	0,517	0,411	0,641	0,002	8+21
NVDA	0,878	0,417	0,366	0,605	0,008	8+21
NINC	0,980	0,700	0,686	0,828	0,001	11+12
ADEG	0,913	0,700	0,639	0,800	0,001	11+12
NSLC	1,000	0,350	0,350	0,592	0,003	11+12
ESBM	0,871	0,300	0,261	0,511	0,011	11+12
ENS2	0,946	0,214	0,203	0,450	0,029	12+16
ADBE	0,985	0,923	0,909	0,953	0,001	15+16
GADC	0,942	0,273	0,257	0,507	0,008	15+20
GARB	0,960	0,667	0,640	0,800	0,001	16+20
NNOT	0,848	0,667	0,565	0,752	0,001	16+20
FRA3	0,723	0,583	0,422	0,650	0,001	16+20
GSCL	0,566	0,417	0,236	0,485	0,027	16+20
NZS9	0,933	0,250	0,233	0,483	0,014	16+20
ADPN	0,965	0,220	0,212	0,461	0,044	20+21
NCPR	0,845	0,710	0,600	0,775	0,001	4+5+8
NTPT	0,829	0,493	0,408	0,639	0,001	4+5+8
CPED	0,982	0,377	0,370	0,608	0,001	4+5+8
NSTS	0,873	0,932	0,814	0,902	0,001	4+5+19
NSOL	0,833	0,358	0,298	0,546	0,017	5+8+16
DCOF	0,935	0,397	0,371	0,609	0,006	8+11+21
NESC	0,950	0,567	0,539	0,734	0,001	8+12+21

Code taxon	A	B	IndVal	Indval.g	p.value	Groupe(s)
AMUS	0,898	0,508	0,456	0,675	0,001	8+16+21
NAS2	0,895	0,425	0,380	0,617	0,006	8+19+21
DCOT	0,937	0,375	0,351	0,593	0,019	8+19+21
MAPE	0,924	0,425	0,393	0,627	0,048	11+12+19
ADNA	0,914	0,807	0,738	0,859	0,001	16+20+21
NFON	0,941	0,337	0,317	0,563	0,006	4+5+8+19
NAFR	0,906	0,296	0,268	0,517	0,034	4+8+11+12
ULAN	0,778	0,500	0,389	0,624	0,009	4+16+20+21
CFON	0,947	0,321	0,304	0,552	0,040	5+8+12+21
EORU	0,898	0,589	0,529	0,727	0,001	7+8+12+21
GBBO	0,938	0,588	0,551	0,742	0,001	7+8+19+20
SSEM	0,847	0,516	0,437	0,661	0,005	8+11+19+21
ARPT	0,881	0,595	0,524	0,724	0,001	8+12+16+21
PLFR	0,860	0,319	0,275	0,524	0,029	8+12+20+21
MVAR	0,896	0,875	0,784	0,885	0,001	8+16+20+21
FRA2	0,959	0,625	0,600	0,774	0,001	8+16+20+21
FRA1	0,799	0,611	0,488	0,699	0,001	8+16+20+21
NTRO	0,974	0,899	0,876	0,936	0,001	4+5+7+8+19
GCLE	0,953	0,845	0,805	0,897	0,001	4+5+7+8+19
APED	0,955	0,562	0,537	0,733	0,001	4+5+8+11+12
GMAS	0,891	0,536	0,477	0,691	0,001	4+8+16+19+20
GPRI	0,860	0,564	0,485	0,696	0,014	5+8+12+20+21
NZBO	0,952	0,866	0,824	0,908	0,001	7+8+12+19+21
NGRE	0,969	0,543	0,526	0,725	0,001	7+8+12+19+21
ADSH	0,976	0,559	0,546	0,739	0,002	7+8+16+19+21
PRS1	0,937	0,633	0,593	0,770	0,001	8+12+16+20+21
GBOB	0,851	0,544	0,463	0,680	0,005	8+12+16+20+21
RHIR	0,942	0,799	0,752	0,867	0,001	4+5+7+8+19+20
NPAL	0,961	0,388	0,373	0,611	0,015	4+5+8+11+12+21
UULN	0,931	0,216	0,201	0,448	0,111	4+8+12+16+20+21
NCTE	0,991	0,680	0,674	0,821	0,001	4+5+7+8+16+19+21
RABB	0,949	0,492	0,467	0,683	0,028	5+7+8+12+19+20+21
FVAU	0,984	0,576	0,567	0,753	0,001	5+7+8+16+19+20+21
CEUG	0,993	0,979	0,972	0,986	0,001	4+5+7+8+16+19+20+21
EOMI	0,999	0,761	0,761	0,872	0,001	5+7+8+11+12+16+19+20+21

Annexe 6. Combspecies : liste complète des combinaisons par groupe pour une spécificité (A) de 1.

Groupe 4						
FGOU+GMMI	DVUL+GMAS+GMMI+RHIR	CEUG+CPED+FGOU+GMAS+NTR	CEUG+FGOU+GMMI+NLAL+ULAN	DVUL+GCLE+GMAS+GMMI+NPAL	FGOU+GCLE+GMMI+NCPR+NCTE	FGOU+GMMI+NCTE+NLAL+NTR
CEUG+FGOU+GMMI	DVUL+GMAS+NPAL+NTPT	CEUG+CPED+FGOU+GMAS+NSTS	CEUG+FGOU+GMMI+NTR+NSTS	DVUL+GCLE+GMAS+GMMI+NTPT	FGOU+GCLE+GMMI+NCPR+NLAL	FGOU+GMMI+NCTE+NLAL+NSTS
CPED+FGOU+GMAS	DVUL+GMMI+NCPR+NPAL	CEUG+CPED+FGOU+GMAS+RHIR	CEUG+FGOU+GMMI+NTR+RHIR	DVUL+GCLE+GMAS+GMMI+NTR	FGOU+GCLE+GMMI+NCPR+NTR	FGOU+GMMI+NCTE+NLAL+RHIR
DVUL+GMAS+GMMI	DVUL+GMMI+NPAL+NTPT	CEUG+CPED+FGOU+NAFR+NCPR	CEUG+FGOU+GMMI+NTR+ULAN	DVUL+GCLE+GMAS+GMMI+NSTS	FGOU+GCLE+GMMI+NCPR+NSTS	FGOU+GMMI+NCTE+NLAL+ULAN
DVUL+GMMI+NPAL	DVUL+GMMI+NPAL+NTR	CEUG+CPED+FGOU+NCPR+NSTS	CEUG+FGOU+GMMI+NSTS+RHIR	DVUL+GCLE+GMAS+GMMI+RHIR	FGOU+GCLE+GMMI+NCPR+RHIR	FGOU+GMMI+NCTE+NTR+NSTS
FGOU+GCLE+GMMI	DVUL+GMMI+NPAL+NSTS	CEUG+DVUL+GCLE+GMAS+GMMI	CEUG+FGOU+GMMI+NSTS+ULAN	DVUL+GCLE+GMAS+NPAL+NTPT	FGOU+GCLE+GMMI+NCPR+ULAN	FGOU+GMMI+NCTE+NTR+RHIR
FGOU+GMMI+NCPR	DVUL+GMMI+NPAL+RHIR	CEUG+DVUL+GCLE+GMMI+NPAL	CEUG+FGOU+GMMI+RHIR+ULAN	DVUL+GCLE+GMMI+NCPR+NPAL	FGOU+GCLE+GMMI+NCTE+NLAL	FGOU+GMMI+NCTE+NTR+ULAN
FGOU+GMMI+NCTE	FGOU+GCLE+GMMI+NCPR	CEUG+DVUL+GMAS+GMMI+NCPR	CPED+DVUL+FGOU+GCLE+GMAS	DVUL+GCLE+GMMI+NPAL+NTPT	FGOU+GCLE+GMMI+NCTE+NTR	FGOU+GMMI+NCTE+NSTS+RHIR
FGOU+GMMI+NLAL	FGOU+GCLE+GMMI+NCTE	CEUG+DVUL+GMAS+GMMI+NPAL	CPED+DVUL+FGOU+GCLE+NCPR	DVUL+GCLE+GMMI+NPAL+NTR	FGOU+GCLE+GMMI+NCTE+NSTS	FGOU+GMMI+NCTE+NSTS+ULAN
FGOU+GMMI+NTR	FGOU+GCLE+GMMI+NLAL	CEUG+DVUL+GMAS+GMMI+NTPT	CPED+DVUL+FGOU+GMAS+NAFR	DVUL+GCLE+GMMI+NPAL+NSTS	FGOU+GCLE+GMMI+NCTE+RHIR	FGOU+GMMI+NCTE+RHIR+ULAN
FGOU+GMMI+NSTS	FGOU+GCLE+GMMI+NTR	CEUG+DVUL+GMAS+GMMI+NTR	CPED+DVUL+FGOU+GMAS+NCPR	DVUL+GCLE+GMMI+NPAL+RHIR	FGOU+GCLE+GMMI+NCTE+ULAN	FGOU+GMMI+NLAL+NTR+NSTS
FGOU+GMMI+RHIR	FGOU+GCLE+GMMI+NSTS	CEUG+DVUL+GMAS+GMMI+NSTS	CPED+DVUL+FGOU+GMAS+NTR	DVUL+GMAS+GMMI+NCPR+NPAL	FGOU+GCLE+GMMI+NLAL+NTR	FGOU+GMMI+NLAL+NTR+RHIR
FGOU+GMMI+ULAN	FGOU+GCLE+GMMI+RHIR	CEUG+DVUL+GMAS+GMMI+RHIR	CPED+DVUL+FGOU+GMAS+NSTS	DVUL+GMAS+GMMI+NCPR+NTPT	FGOU+GCLE+GMMI+NLAL+NSTS	FGOU+GMMI+NLAL+NTR+ULAN
CEUG+CPED+FGOU+GMAS	FGOU+GCLE+GMMI+ULAN	CEUG+DVUL+GMAS+NPAL+NTPT	CPED+DVUL+FGOU+GMAS+RHIR	DVUL+GMAS+GMMI+NCPR+NTR	FGOU+GCLE+GMMI+NLAL+RHIR	FGOU+GMMI+NLAL+NSTS+RHIR
CEUG+DVUL+GMAS+GMMI	FGOU+GMAS+NLAL+NSTS	CEUG+DVUL+GMMI+NCPR+NPAL	CPED+DVUL+FGOU+NAFR+NCPR	DVUL+GMAS+GMMI+NCPR+NSTS	FGOU+GCLE+GMMI+NLAL+ULAN	FGOU+GMMI+NLAL+NSTS+ULAN
CEUG+DVUL+GMMI+NPAL	FGOU+GMMI+NCPR+NCTE	CEUG+DVUL+GMMI+NPAL+NTPT	CPED+DVUL+FGOU+NCPR+NTR	DVUL+GMAS+GMMI+NCPR+RHIR	FGOU+GCLE+GMMI+NTR+NSTS	FGOU+GMMI+NLAL+RHIR+ULAN
CEUG+FGOU+GCLE+GMMI	FGOU+GMMI+NCPR+NLAL	CEUG+DVUL+GMMI+NPAL+NTR	CPED+DVUL+FGOU+NCPR+NSTS	DVUL+GMAS+GMMI+NPAL+NTPT	FGOU+GCLE+GMMI+NTR+RHIR	FGOU+GMMI+NTR+NSTS+RHIR
CEUG+FGOU+GMMI+NCPR	FGOU+GMMI+NCPR+NTR	CEUG+DVUL+GMMI+NPAL+NSTS	CPED+DVUL+FGOU+NCPR+RHIR	DVUL+GMAS+GMMI+NPAL+NTR	FGOU+GCLE+GMMI+NTR+ULAN	FGOU+GMMI+NTR+NSTS+ULAN
CEUG+FGOU+GMMI+NCTE	FGOU+GMMI+NCPR+NSTS	CEUG+DVUL+GMMI+NPAL+RHIR	CPED+FGOU+GCLE+GMAS+NAFR	DVUL+GMAS+GMMI+NPAL+NSTS	FGOU+GCLE+GMMI+NSTS+RHIR	FGOU+GMMI+NTR+RHIR+ULAN
CEUG+FGOU+GMMI+NLAL	FGOU+GMMI+NCPR+RHIR	CEUG+FGOU+GCLE+GMMI+NCPR	CPED+FGOU+GCLE+GMAS+NCPR	DVUL+GMAS+GMMI+NPAL+RHIR	FGOU+GCLE+GMMI+NSTS+ULAN	FGOU+GMMI+NSTS+RHIR+ULAN
CEUG+FGOU+GMMI+NTR	FGOU+GMMI+NCPR+ULAN	CEUG+FGOU+GCLE+GMMI+NCTE	CPED+FGOU+GCLE+GMAS+NTR	DVUL+GMAS+GMMI+NTPT+NTR	FGOU+GCLE+GMMI+RHIR+ULAN	
CEUG+FGOU+GMMI+NSTS	FGOU+GMMI+NCTE+NLAL	CEUG+FGOU+GCLE+GMMI+NLAL	CPED+FGOU+GCLE+GMAS+NSTS	DVUL+GMAS+GMMI+NTPT+NSTS	FGOU+GMAS+NCPR+NLAL+NSTS	
CEUG+FGOU+GMMI+RHIR	FGOU+GMMI+NCTE+NTR	CEUG+FGOU+GCLE+GMMI+NTR	CPED+FGOU+GCLE+GMAS+RHIR	DVUL+GMAS+GMMI+NTPT+RHIR	FGOU+GMAS+NCTE+NLAL+NSTS	
CEUG+FGOU+GMMI+ULAN	FGOU+GMMI+NCTE+NSTS	CEUG+FGOU+GCLE+GMMI+NSTS	CPED+FGOU+GCLE+NAFR+NCPR	DVUL+GMAS+GMMI+NTR+NSTS	FGOU+GMAS+NLAL+NTR+NSTS	
CPED+DVUL+FGOU+GMAS	FGOU+GMMI+NCTE+RHIR	CEUG+FGOU+GCLE+GMMI+RHIR	CPED+FGOU+GCLE+NCPR+NSTS	DVUL+GMAS+GMMI+NTR+RHIR	FGOU+GMAS+NLAL+NSTS+RHIR	
CPED+DVUL+FGOU+NCPR	FGOU+GMMI+NCTE+ULAN	CEUG+FGOU+GCLE+GMMI+ULAN	CPED+FGOU+GMAS+NAFR+NCPR	DVUL+GMAS+GMMI+NSTS+RHIR	FGOU+GMAS+NLAL+NSTS+ULAN	
CPED+FGOU+GCLE+GMAS	FGOU+GMMI+NLAL+NTR	CEUG+FGOU+GMAS+NLAL+NSTS	CPED+FGOU+GMAS+NAFR+NTR	DVUL+GMAS+NCPR+NPAL+NTPT	FGOU+GMMI+NCPR+NCTE+NLAL	
CPED+FGOU+GMAS+NAFR	FGOU+GMMI+NLAL+NSTS	CEUG+FGOU+GMMI+NCPR+NCTE	CPED+FGOU+GMAS+NAFR+NSTS	DVUL+GMAS+NPAL+NTPT+NTR	FGOU+GMMI+NCPR+NCTE+NTR	
CPED+FGOU+GMAS+NCPR	FGOU+GMMI+NLAL+RHIR	CEUG+FGOU+GMMI+NCPR+NLAL	CPED+FGOU+GMAS+NAFR+RHIR	DVUL+GMAS+NPAL+NTPT+NSTS	FGOU+GMMI+NCPR+NCTE+NSTS	
CPED+FGOU+GMAS+NTR	FGOU+GMMI+NLAL+ULAN	CEUG+FGOU+GMMI+NCPR+NTR	CPED+FGOU+GMAS+NCPR+NTR	DVUL+GMAS+NPAL+NTPT+RHIR	FGOU+GMMI+NCPR+NCTE+RHIR	
CPED+FGOU+GMAS+NSTS	FGOU+GMMI+NTR+NSTS	CEUG+FGOU+GMMI+NCPR+NSTS	CPED+FGOU+GMAS+NCPR+NSTS	DVUL+GMMI+NCPR+NPAL+NTPT	FGOU+GMMI+NCPR+NCTE+ULAN	
CPED+FGOU+GMAS+RHIR	FGOU+GMMI+NTR+RHIR	CEUG+FGOU+GMMI+NCPR+RHIR	CPED+FGOU+GMAS+NCPR+RHIR	DVUL+GMMI+NCPR+NPAL+NTR	FGOU+GMMI+NCPR+NLAL+NTR	
CPED+FGOU+NAFR+NCPR	FGOU+GMMI+NTR+ULAN	CEUG+FGOU+GMMI+NCPR+ULAN	CPED+FGOU+GMAS+NTR+NSTS	DVUL+GMMI+NCPR+NPAL+NSTS	FGOU+GMMI+NCPR+NLAL+NSTS	
CPED+FGOU+NCPR+NSTS	FGOU+GMMI+NSTS+RHIR	CEUG+FGOU+GMMI+NCTE+NLAL	CPED+FGOU+GMAS+NTR+RHIR	DVUL+GMMI+NCPR+NPAL+RHIR	FGOU+GMMI+NCPR+NLAL+RHIR	
DVUL+GCLE+GMAS+GMMI	FGOU+GMMI+NSTS+ULAN	CEUG+FGOU+GMMI+NCTE+NTR	CPED+FGOU+GMAS+NSTS+RHIR	DVUL+GMMI+NPAL+NTPT+NTR	FGOU+GMMI+NCPR+NLAL+ULAN	
DVUL+GCLE+GMMI+NPAL	FGOU+GMMI+RHIR+ULAN	CEUG+FGOU+GMMI+NCTE+NSTS	CPED+FGOU+NAFR+NCPR+NTR	DVUL+GMMI+NPAL+NTPT+NSTS	FGOU+GMMI+NCPR+NTR+NSTS	
DVUL+GMAS+GMMI+NCPR	CEUG+CPED+DVUL+FGOU+GMAS	CEUG+FGOU+GMMI+NCTE+RHIR	CPED+FGOU+NAFR+NCPR+NSTS	DVUL+GMMI+NPAL+NTPT+RHIR	FGOU+GMMI+NCPR+NTR+RHIR	
DVUL+GMAS+GMMI+NPAL	CEUG+CPED+DVUL+FGOU+NCPR	CEUG+FGOU+GMMI+NCTE+ULAN	CPED+FGOU+NAFR+NCPR+RHIR	DVUL+GMMI+NPAL+NTR+NSTS	FGOU+GMMI+NCPR+NTR+ULAN	
DVUL+GMAS+GMMI+NTPT	CEUG+CPED+FGOU+GCLE+GMAS	CEUG+FGOU+GMMI+NLAL+NTR	CPED+FGOU+NCPR+NTR+NSTS	DVUL+GMMI+NPAL+NTR+RHIR	FGOU+GMMI+NCPR+NSTS+RHIR	
DVUL+GMAS+GMMI+NTR	CEUG+CPED+FGOU+GMAS+NAFR	CEUG+FGOU+GMMI+NLAL+NSTS	CPED+FGOU+NCPR+NSTS+RHIR	DVUL+GMMI+NPAL+NSTS+RHIR	FGOU+GMMI+NCPR+NSTS+ULAN	
DVUL+GMAS+GMMI+NSTS	CEUG+CPED+FGOU+GMAS+NCPR	CEUG+FGOU+GMMI+NLAL+RHIR	DVUL+GCLE+GMAS+GMMI+NCPR	FGOU+GCLE+GMAS+NLAL+NSTS	FGOU+GMMI+NCPR+RHIR+ULAN	

Groupe 5	Groupe 7	Groupe 8				Groupe 11	
FVAU+NDIS+NSTS	FVAU+GBBO+MAPE+NAMP+NGRE	APED+NCRY+PLFR	ACOP+CEUG+GMIN	ACOP+NZBO+PLFR	CPED+NZBO+PRS1	ADEG+CMEN+NAS8	CMEN+GPAS+NAS8
CAEX+FVAU+NDIS	NSN2+PTLA+ULAN	APED+NVDA+PLFR	ACOP+CEUG+NCPR	ACOP+PLFR+PRS1	CPED+PLFR+PRS1	ADEG+CMEN+NINC	CMEN+GPAS+SSEM
CAEX+GPRI+NDIS	CEUG+NSN2+PTLA+ULAN	NCPR+NVDA+PRS1	ACOP+CEUG+PLFR	ACOP+PLFR+RABB	DCOF+GMIN+PLFR	FSAP+NSN1	CMEN+NAS8+NFIC
CAEX+NDIS+RABB	GCLE+NSN2+PTLA+ULAN	APED+GCLE+PRS1	ACOP+EOMI+GMIN	ACOP+PLFR+RHIR	DCOF+NCPR+PLFR	ADEG+FSAP+NSN1	CMEN+NAS8+NMIC
CAEX+NFON+RABB	MAPE+NGRE+NTRO+ULAN	APED+GMIN+PRS1	ACOP+EOMI+PLFR	ACOP+PRS1+RHIR	DCOT+NCPR+PRS1	CMEN+NAFR+NAS8	CMEN+NAS8+NRIE
GPRI+NDIS+NSTS	NCTE+NSN2+PTLA+ULAN	APED+MVAR+PRS1	ACOP+FRA1+GMIN	ACOP+RABB+RHIR	EORU+NSOL+PLFR	FSAP+MAPE+NSN1	CMEN+NAS8+NVEN
NDIS+NSTS+RABB	NSN2+NTRO+PTLA+ULAN	APED+NCRY+PRS1	ACOP+FRA1+NCPR	AMUS+NAMP+SPIN	FRA1+NSOL+NVDA	NMIC	CMEN+NFIC+NMIC
ADNA+NDIS+NSTS	CEUG+GCLE+NSN2+PTLA+ULAN	APED+NTRO+PRS1	ACOP+FRA1+PLFR	AMUS+NCPR+NESC	FRA1+NSOL+PLFR	ADEG+CATO	CMEN+NFIC+NRIE
GMIN+NDIS+NSTS	CEUG+MAPE+NGRE+NTRO+ULAN	APED+NVDA+PRS1	ACOP+GCLE+GMIN	APED+ARPT+GBOB	GMAS+NESC+PLFR	CATO+NINC	CMEN+NFIC+NVEN
NCPR+NDIS+NSTS	CEUG+NCTE+NSN2+PTLA+ULAN	APED+PRS1+RABB	ACOP+GCLE+NCPR	APED+ARPT+NCRY	GMIN+NLIN+NVDA	CMEN+FSAP	CMEN+NMIC+NRIE
NDIS+NFON	CEUG+NSN2+NTRO+PTLA+ULAN	APED+ARPT+GCLE	ACOP+GCLE+PLFR	APED+ARPT+NVDA	NCPR+NSOL+PRS1	CMEN+NFIC	CMEN+NMIC+NVEN
ADNA+CAEX+NDIS	EOMI+MAPE+NGRE+NTRO+ULAN	APED+ARPT+GMIN	ACOP+GCLE+RHIR	APED+CPED+PRS1	NPAL+NSOL+NVDA	CMEN+NMIC	CMEN+NRIE+NVEN
CAEX+GMIN+NDIS	EORU+GBBO+MAPE+NAMP+NCTE	APED+ARPT+NSOL	ACOP+GMIN+MVAR	APED+DCOF+FRA1	NPAL+NSOL+PLFR	CMEN+NRIE	ESBM+FSAP+NSN1
CAEX+NDIS+NFON	GBBO+MAPE+NAMP+NCTE+NGRE	APED+FVAU+PRS1	ACOP+GMIN+NCPR	APED+DCOF+NCRY	NSOL+NVDA+PRS1	ESBM+NSN1	ESBM+MAPE+NSN1
CEUG+NDIS+NFON	GCLE+MAPE+NGRE+NTRO+ULAN	APED+NCTE+PRS1	ACOP+GMIN+NCRY	APED+DCOF+NGRE		FSAP+NAS8	FSAP+MAPE+NAS8
DVUL+EOMI+NFON	GCLE+NCTE+NSN2+PTLA+ULAN	ARPT+NCPR+NVDA	ACOP+GMIN+NGRE	APED+DCOF+NVDA		GPAS+NAS8	FSAP+NINC+NSN1
DVUL+NDIS+NSTS	GCLE+NSN2+NTRO+PTLA+ULAN	CPED+NESC+NZBO	ACOP+GMIN+NTRO	APED+DCOF+PLFR		GPAS+NINC	MAPE+NINC+NSN1
GBOB+NDIS+NSTS	MAPE+NCTE+NGRE+NTRO+ULAN	DCOF+NCPR+NVDA	ACOP+GMIN+NVDA	APED+DCOF+PRS1		MAPE+NAS8	NAS8+NFIC+NMIC
GMIN+NFON+NSTS	NCTE+NSN2+NTRO+PTLA+ULAN	GMAS+GMIN+NESC	ACOP+GMIN+NZBO	APED+GMAS+PRS1		NAS8+NMIC	NAS8+NFIC+NRIE
NDIS+NFON+NTRO		GMAS+GMIN+NVDA	ACOP+GMIN+PLFR	APED+NAS2+PLFR		NAS8+NRIE	NAS8+NFIC+NVEN
NDIS+NFON+NSTS		MVAR+NSOL+NVDA	ACOP+GMIN+PRS1	APED+NSOL+PRS1		NFIC+NMIC	NAS8+NMIC+NRIE
NFON+NTPT+RABB		NCPR+NSOL+PLFR	ACOP+GMIN+RABB	APED+PRS1+SSEM		NFIC+NVEN	NAS8+NMIC+NVEN
APED+NFON+RABB		NCRY+NSOL+PLFR	ACOP+GMIN+RHIR	ARPT+DCOF+NSOL		NINC+NSN1	NAS8+NRIE+NVEN
CAEX+CPED+GPRI		NSOL+NVDA+PLFR	ACOP+MVAR+NCPR	ARPT+NSOL+NVDA		NINC+TAPI	NFIC+NMIC+NRIE
CAEX+DVUL+NDIS		ACOP+GMIN	ACOP+MVAR+PLFR	ARPT+NSOL+PLFR		NMIC+NRIE	NFIC+NMIC+NVEN
CAEX+GBBO+NDIS		ACOP+PLFR	ACOP+NCPR+NCRY	CPED+EORU+NESC		NMIC+NVEN	NFIC+NRIE+NVEN
CAEX+GBOB+NDIS		ACOP+ADSH+APED	ACOP+NCPR+NGRE	CPED+FRA1+PLFR		NRIE+NVEN	NMIC+NRIE+NVEN
CAEX+NCPR+NDIS		ACOP+ADSH+GMIN	ACOP+NCPR+NTRO	CPED+FRA1+PRS1		ADEG+CATO+CMEN	
CPED+GPRI+NSTS		ACOP+ADSH+NCPR	ACOP+NCPR+NVDA	CPED+MVAR+PLFR		ADEG+CATO+NINC	
CPED+NFON+RABB		ACOP+ADSH+PLFR	ACOP+NCPR+NZBO	CPED+NCPR+PLFR		ADEG+CMEN+FSAP	
DVUL+FVAU+NFON		ACOP+APED+FRA1	ACOP+NCPR+PLFR	CPED+NCRY+NESC		ADEG+ESBM+FSAP	
DVUL+NFON+RABB		ACOP+APED+GCLE	ACOP+NCPR+PRS1	CPED+NCRY+NVDA		ADEG+ESBM+NSN1	
GBBO+NDIS+NSTS		ACOP+APED+GMIN	ACOP+NCPR+RABB	CPED+NCRY+PLFR		ADEG+FSAP+NAS8	
GMIN+NFON+RABB		ACOP+APED+MVAR	ACOP+NCPR+RHIR	CPED+NCRY+PRS1		ADEG+GPAS+NINC	
		ACOP+APED+NCRY	ACOP+NCRY+PLFR	CPED+NESC+PLFR		ADEG+GPAS+NPAL	
		ACOP+APED+NGRE	ACOP+NCRY+RHIR	CPED+NESC+PRS1		ADEG+MAPE+NAS8	
		ACOP+APED+NVDA	ACOP+NGRE+PLFR	CPED+NGRE+PLFR		ADEG+NAS8+NPAL	
		ACOP+APED+PLFR	ACOP+NTRO+PLFR	CPED+NGRE+PRS1		ADEG+NINC+NSN1	
		ACOP+APED+PRS1	ACOP+NTRO+RHIR	CPED+NVDA+PLFR		CATO+CMEN+NINC	
		ACOP+APED+RABB	ACOP+NVDA+PLFR	CPED+NVDA+PRS1		CMEN+FSAP+MAPE	

Groupe 12			Groupe 16	
ADEG+APED+NESEC	ADEG+NESEC+NINC	HGHA+HVEN+PRS1	ADNA+ECP1	ADBE+FRA1+NNOT
APED+NAS3	ADEG+NESEC+NSLC	HGHA+HVEN+RHIR	ADBE+ECP1	ADBE+FRA2+ULAN
ADEG+APED+NAS3	ADEG+NESEC+SPIN	HGHA+MAPE+NESEC	ECP1+FRA2	ADBE+FRA3+GLGN
ADEG+HGHA+NAS3	ADEG+NINC+TDEB	HGHA+NAMP+NAS3	ADBE+ADNA+ECP1	ADBE+FRA3+NNOT
APED+EOMI+NAS3	ADEG+NSLC+NZBO	HGHA+NAS3+PRS1	ADNA+CEUG+ECP1	ADCT+ADNA+FRA3
APED+HGHA+NAS3	ADEG+NSLC+TDEB	HGHA+NAS3+RHIR	ADNA+ECP1+FRA2	ADCT+ECP1+FRA2
APED+NAS3+NESEC	APED+HGHA+HVEN	HGHA+NAS3+SPIN	CEUG+ECP1+FRA2	ADCT+ECP1+FRA3
APED+NAS3+NZBO	APED+HGHA+NSLC	HGHA+NAS3+TDEB	ECP1+FRA3	ADCT+ECP1+NNOT
EOMI+HGHA+NAS3	APED+HGHA+TDEB	HGHA+NESEC+NSLC	ECP1+NNOT	ADCT+FRA1+FRA3
HGHA+NAMP+NESEC	APED+HVEN+NAS3	HGHA+NESEC+SPIN	ADBE+ADCT+ECP1	ADNA+ECP1+GARB
HGHA+NAS3+NESEC	APED+HVEN+PRS1	HGHA+NINC+TDEB	ADBE+CEUG+ECP1	ADNA+ECP1+GLGN
HGHA+NAS3+NZBO	APED+NAMP+NAS3	HGHA+NSLC+NZBO	ADBE+ECP1+FRA1	ADNA+ECP1+GSCL
ADEG+HVEN	APED+NAS3+NINC	HGHA+NSLC+TDEB	ADBE+ECP1+FRA2	ADNA+ECP1+NAMP
APED+SMN1	APED+NAS3+NSLC	HVEN+NAS3+NESEC	ADBE+ECP1+FRA3	ADNA+ECP1+UBIC
HGHA+HVEN	APED+NAS3+PRS1	HVEN+NAS3+NZBO	ADCT+ADNA+ECP1	ADNA+FRA3+NNOT
HVEN+NAS3	APED+NAS3+RHIR	HVEN+NAS3+PRS1	ADNA+ECP1+FRA1	CEUG+ECP1+FRA3
HVEN+PRS1	APED+NAS3+SPIN	HVEN+NAS3+RHIR	ADNA+ECP1+FRA3	CEUG+ECP1+NNOT
NAS3+SPIN	APED+NAS3+TDEB	HVEN+NESEC+PRS1	ADNA+ECP1+MVAR	CEUG+ECP1+UBIC
NAS3+TDEB	APED+NESEC+NSLC	HVEN+NZBO+PRS1	ADNA+ECP1+NNOT	ECP1+FRA1+FRA2
NESEC+NSLC	APED+NESEC+SPIN	HVEN+PRS1+RHIR	ADNA+ECP1+ULAN	ECP1+FRA1+GLGN
NSLC+NZBO	APED+NSLC+NZBO	NAMP+NAS3+SPIN	ECP1+FRA1+FRA3	ECP1+FRA2+FRA3
NSLC+TDEB	APED+NSLC+TDEB	NAS3+NESEC+NINC	ECP1+FRA2+MVAR	ECP1+FRA2+NNOT
ADEG+APED+GPRI	APED+NZBO+SMN1	NAS3+NESEC+NSLC	ECP1+FRA2+ULAN	ECP1+FRA2+UBIC
ADEG+APED+HVEN	EOMI+HGHA+HVEN	NAS3+NESEC+SPIN	ADBE+GLGN	ECP1+FRA3+GLGN
ADEG+APED+TDEB	EOMI+HGHA+NSLC	NAS3+NESEC+TDEB	ADCT+FRA3	ECP1+GARB+NAMP
ADEG+EOMI+HVEN	EOMI+HVEN+NAS3	NAS3+NINC+NZBO	ECP1+GARB	ECP1+GARB+NNOT
ADEG+GPRI+HGHA	EOMI+HVEN+PRS1	NAS3+NINC+TDEB	ECP1+GLGN	ECP1+MVAR+NNOT
ADEG+HGHA+HVEN	EOMI+NAS3+NINC	NAS3+NSLC+NZBO	ECP1+GSCL	ECP1+MVAR+UBIC
ADEG+HGHA+NSLC	EOMI+NAS3+NSLC	NAS3+NSLC+TDEB	ECP1+UBIC	ECP1+NAMP+NNOT
ADEG+HVEN+NAS3	EOMI+NAS3+SPIN	NAS3+NZBO+SPIN	ADBE+ADCT+FRA3	ECP1+NNOT+ULAN
ADEG+HVEN+NESEC	EOMI+NAS3+TDEB	NAS3+NZBO+TDEB	ADBE+ADCT+ULAN	FRA1+FRA3+NNOT
ADEG+HVEN+NZBO	EOMI+NESEC+NSLC	NESEC+NINC+NSLC	ADBE+ADNA+GLGN	FRA3+GARB+NNOT
ADEG+HVEN+PRS1	EOMI+NINC+TDEB	NESEC+NINC+TDEB	ADBE+ADNA+ULAN	GARB+GSCL+NNOT
ADEG+HVEN+RHIR	EOMI+NSLC+NZBO	NESEC+NSLC+NZBO	ADBE+ECP1+GLGN	
ADEG+NAMP+NAS3	EOMI+NSLC+TDEB	NESEC+NSLC+TDEB	ADBE+ECP1+MVAR	
ADEG+NAS3+NINC	EORU+HGHA+NESEC	NINC+NSLC+NZBO	ADBE+ECP1+NNOT	
ADEG+NAS3+NSLC	FRA2+HGHA+NESEC	NINC+NSLC+TDEB	ADBE+ECP1+UBIC	
ADEG+NAS3+RHIR	HGHA+HVEN+NAS3	NSLC+NZBO+TDEB	ADBE+ECP1+ULAN	
ADEG+NAS3+SPIN	HGHA+HVEN+NESEC		ADBE+FRA1+GLGN	
ADEG+NAS3+TDEB	HGHA+HVEN+NZBO		ADBE+FRA1+GSCL	

Groupe 20

EADN+GBRA+PRS1	GADC+GBRA	CEUG+COC1+EADN	COC1+GBRA+MVAR	EADN+GADC+PRS1	EMIN+EOMI+FRA2	FRA3+GPRI+UBIC	GAGV+GBRA+RABB
EADN+GARB+PRS1	GADC+GMAS	CEUG+COC1+GARB	COC1+GBRA+NXX5	EADN+GADC+RABB	EMIN+EOMI+GBRA	FVAU+GBRA+NXX5	GAGV+GBRA+RHIR
EADN+GMAS+PRS1	GADC+NZS9	CEUG+COC1+GBRA	COC1+GBRA+PRS1	EADN+GADC+RHIR	EMIN+FRA2+FVAU	GADC+GAGV+GBRA	GAGV+GMAS+MVAR
ADBE+EADN	GADC+RHIR	CEUG+EADN+EMIN	COC1+GBRA+RHIR	EADN+GAGV+GBRA	EMIN+FRA2+GARB	GADC+GAGV+GMAS	GAGV+GMAS+NAMP
EADN+NXX5	GAGV+GBRA	CEUG+EADN+FRA3	COC1+MVAR+NXX5	EADN+GAGV+GMAS	EMIN+FRA2+GBRA	GADC+GAGV+MVAR	GAGV+GMAS+NZS9
ADBE+ADNA+EADN	GAGV+GMAS	CEUG+EADN+GADC	EADN+EMIN+EOMI	EADN+GAGV+MVAR	EMIN+FRA2+MVAR	GADC+GAGV+NAMP	GAGV+GMAS+PRS1
ADBE+CEUG+EADN	GAGV+NAMP	CEUG+EADN+GAGV	EADN+EMIN+FRA2	EADN+GAGV+NAMP	EMIN+FRA2+NNOT	GADC+GAGV+NZS9	GAGV+GMAS+RABB
ADBE+EADN+EOMI	GAGV+NZS9	CEUG+EADN+NCRX	EADN+EMIN+FVAU	EADN+GAGV+NZS9	EMIN+FRA2+NXX5	GADC+GAGV+PRS1	GAGV+GMAS+RHIR
ADBE+EADN+GARB	ADBE+EADN+FRA1	CEUG+EMIN+FRA2	EADN+EMIN+GARB	EADN+GAGV+PRS1	EMIN+FRA2+PRS1	GADC+GAGV+RABB	GAGV+MVAR+NAMP
ADBE+EADN+GBRA	ADBE+EADN+FRA2	CEUG+EMIN+GBRA	EADN+EMIN+GBRA	EADN+GAGV+RABB	EMIN+FVAU+GBRA	GADC+GAGV+RHIR	GAGV+MVAR+NZS9
ADBE+EADN+GPRI	ADBE+EADN+FRA3	CEUG+GADC+GAGV	EADN+EMIN+MVAR	EADN+GAGV+RHIR	EMIN+GARB+GBRA	GADC+GBRA+GMAS	GAGV+NAMP+NZS9
ADBE+EADN+MVAR	ADBE+EADN+GBBO	CEUG+GADC+GBRA	EADN+EMIN+NNOT	EADN+GARB+GBOB	EMIN+GBRA+MVAR	GADC+GBRA+MVAR	GAGV+NAMP+PRS1
ADBE+EADN+NAMP	ADBE+EADN+GBOB	CEUG+GADC+GMAS	EADN+EMIN+NXX5	EADN+GARB+NCRX	EMIN+GBRA+NNOT	GADC+GBRA+NAMP	GAGV+NAMP+RABB
ADBE+EADN+PRS1	ADBE+EADN+GMAS	CEUG+GADC+NAMP	EADN+EMIN+PRS1	EADN+GARB+NZBO	EMIN+GBRA+NXX5	GADC+GBRA+NZS9	GAGV+NAMP+RHIR
ADBE+GARB+GPRI	ADBE+EADN+NCRX	CEUG+GADC+NZS9	EADN+EOMI+FRA3	EADN+GARB+PTLA	EMIN+GBRA+PRS1	GADC+GBRA+PRS1	GAGV+NZS9+PRS1
ADNA+EADN+NXX5	ADBE+EADN+NXX5	CEUG+GADC+RHIR	EADN+EOMI+GADC	EADN+GARB+UBIC	EOMI+GADC+GAGV	GADC+GBRA+RABB	GAGV+NZS9+RABB
CEUG+EADN+NXX5	ADBE+EADN+NZBO	CEUG+GAGV+GBRA	EADN+EOMI+GAGV	EADN+GBBO+NXX5	EOMI+GADC+GBRA	GADC+GBRA+RHIR	GAGV+NZS9+RHIR
EADN+EOMI+NXX5	ADBE+EADN+PTLA	CEUG+GAGV+GMAS	EADN+EOMI+NCRX	EADN+GBOB+GBRA	EOMI+GADC+GMAS	GADC+GMAS+MVAR	GARB+GBBO+GPRI
EADN+FRA1+GBRA	ADBE+EADN+RHIR	CEUG+GAGV+NAMP	EADN+FRA1+FRA3	EADN+GBOB+NCRX	EOMI+GADC+NZS9	GADC+GMAS+NAMP	GARB+GBBO+NXX5
EADN+FRA2+NXX5	ADBE+EADN+UBIC	CEUG+GAGV+NZS9	EADN+FRA1+GADC	EADN+GBOB+PRS1	EOMI+GADC+RHIR	GADC+GMAS+NZS9	GARB+GBRA+PTLA
EADN+GARB+GPRI	ADBE+FRA3+GPRI	COC1+EADN+EOMI	EADN+FRA1+GAGV	EADN+GBRA+NCRX	EOMI+GAGV+GBRA	GADC+GMAS+PRS1	GARB+GBRA+UBIC
EADN+GARB+NXX5	ADBE+GARB+NXX5	COC1+EADN+FRA2	EADN+FRA1+GARB	EADN+GBRA+NZBO	EOMI+GAGV+GMAS	GADC+GMAS+RABB	GARB+GMAS+GPRI
EADN+GBRA+NXX5	ADBE+GARB+PTLA	COC1+EADN+GARB	EADN+FRA1+NZS9	EADN+GBRA+PTLA	EOMI+GAGV+NAMP	GADC+GMAS+RHIR	GARB+GMAS+NXX5
EADN+MVAR+NXX5	ADBE+GBBO+GPRI	COC1+EADN+GBRA	EADN+FRA3+GARB	EADN+GBRA+UBIC	EOMI+GAGV+NZS9	GADC+MVAR+NAMP	GARB+GMAS+UBIC
EADN+NNOT+PRS1	ADBE+GBBO+NXX5	COC1+EADN+GMAS	EADN+FRA3+GBRA	EADN+GMAS+NXX5	EOMI+GARB+UBIC	GADC+MVAR+NZS9	GARB+GPRI+NCRX
EADN+NXX5+PRS1	ADBE+GBBO+PTLA	COC1+EADN+MVAR	EADN+FRA3+GMAS	EADN+GPRI+NCRX	FRA1+FRA3+GPRI	GADC+MVAR+RHIR	GARB+GPRI+NXX5
FRA2+GARB+NXX5	ADBE+GMAS+NAMP	COC1+EADN+NXX5	EADN+FRA3+GPRI	EADN+GPRI+NXX5	FRA1+GADC+GAGV	GADC+NAMP+NZS9	GARB+GPRI+PTLA
GARB+GBRA+NXX5	ADBE+GMAS+UBIC	COC1+EADN+PRS1	EADN+FRA3+MVAR	EADN+MVAR+NCRX	FRA1+GADC+GBRA	GADC+NAMP+PRS1	GARB+GPRI+UBIC
GARB+GPRI+NAMP	ADBE+GPRI+NCRX	COC1+EADN+RHIR	EADN+FRA3+NAMP	EADN+NAMP+NCRX	FRA1+GADC+GMAS	GADC+NAMP+RABB	GARB+NAMP+NCRX
COC1+EADN	ADBE+NAMP+NCRX	COC1+EOMI+GARB	EADN+FRA3+NZBO	EADN+NAMP+NXX5	FRA1+GADC+NAMP	GADC+NAMP+RHIR	GARB+NAMP+NXX5
COC1+GARB	ADBE+NAMP+NXX5	COC1+EOMI+GBRA	EADN+FRA3+PRS1	EADN+NAMP+UBIC	FRA1+GADC+NZS9	GADC+NZS9+PRS1	GARB+NXX5+PTLA
COC1+GBRA	ADBE+NAMP+PTLA	COC1+FRA2+GARB	EADN+FRA3+RHIR	EADN+NCRX+PRS1	FRA1+GADC+RHIR	GADC+NZS9+RABB	GARB+NZBO+UBIC
EADN+EMIN	ADNA+COC1+EADN	COC1+FRA2+GBRA	EADN+FRA3+UBIC	EADN+NNOT+NXX5	FRA1+GAGV+GBRA	GADC+NZS9+RHIR	GARB+PRS1+UBIC
EADN+FRA3	ADNA+COC1+GARB	COC1+GARB+GBRA	EADN+FVAU+NXX5	EADN+NXX5+PTLA	FRA1+GAGV+GMAS	GADC+PRS1+RHIR	GARB+RHIR+UBIC
EADN+GADC	ADNA+COC1+GBRA	COC1+GARB+GMAS	EADN+GADC+GAGV	EADN+NXX5+RHIR	FRA1+GAGV+NAMP	GADC+RABB+RHIR	GBBO+GBRA+NXX5
EADN+GAGV	ADNA+EADN+EMIN	COC1+GARB+MVAR	EADN+GADC+GBRA	EADN+NZBO+PRS1	FRA1+GAGV+NZS9	GAGV+GBRA+GMAS	GBRA+GMAS+NXX5
EADN+NCRX	ADNA+EADN+FRA3	COC1+GARB+NXX5	EADN+GADC+GMAS	EADN+NZS9+PRS1	FRA1+GBRA+NZS9	GAGV+GBRA+MVAR	GBRA+GPRI+NCRX
EMIN+FRA2	ADNA+EADN+NCRX	COC1+GARB+PRS1	EADN+GADC+MVAR	EADN+NZS9+RABB	FRA2+NNOT+NXX5	GAGV+GBRA+NAMP	GBRA+NAMP+NCRX
EMIN+GBRA	ADNA+EMIN+FRA2	COC1+GARB+RHIR	EADN+GADC+NAMP	EADN+PRS1+RABB	FRA3+GARB+GPRI	GAGV+GBRA+NZS9	GBRA+NAMP+NXX5
GADC+GAGV	ADNA+EMIN+GBRA	COC1+GBRA+GMAS	EADN+GADC+NZS9	EADN+PRS1+UBIC	FRA3+GBRA+GPRI	GAGV+GBRA+PRS1	GBRA+NNOT+NXX5
							GMAS+MVAR+NXX5

Groupe 15

BBRE	ADBE+CHS1+CRCD	ESTI+KBEB	EEXI+EMIN+FCRS	EBI2+EMIN	ADBE+CSBM+KBEB	BBRE+CSBM+KBEB	CHS1+EBI2+STB1	CRCD+FCRS+FRU4	EEXI+FRU4+KBEB	EBI1+EEXI
ADBE+BBRE	ADBE+CHS1+EMIN	ESTI+STB1	EEXI+ESTI+KBEB	EBI2+ESTI	ADBE+CSBM+STB1	BBRE+CSBM+STB1	CHS1+EBOT+EEXI	CRCD+FRU4+KBEB	EEXI+FRU4+STB1	EBI1+EMIN
ADBE+CRCD	ADBE+CHS1+KBEB	FCRS+KBEB	EEXI+ESTI+STB1	EBI2+KBEB	ADBE+EBI2+EEXI	BBRE+EBI2+EEXI	CHS1+EBOT+EMIN	CRCD+FRU4+STB1	EEXI+FRU6+KBEB	EBI1+EUN9
BBRE+CRCD	ADBE+CHS1+STB1	FCRS+STB1	EEXI+FCRS+KBEB	EBI2+STB1	ADBE+EBI2+EMIN	BBRE+EBI2+EMIN	CHS1+EBOT+FRU6	CRCD+FRU6+KBEB	EEXI+FRU6+STB1	EBI1+FCRS
BBRE+EMIN	ADBE+CRCD+EEXI	ADBE+BBRE+ESTI	EEXI+FCRS+STB1	EBOT+EEXI	ADBE+EBI2+ESTI	BBRE+EBI2+ESTI	CHS1+EBOT+KBEB	CSBM+EEXI+EMIN	EMIN+ESTI+FCRS	EBI1+FRU4
BBRE+KBEB	ADBE+EEXI+EMIN	ADBE+BBRE+FCRS	EMIN+ESTI+KBEB	EBOT+FRU6	ADBE+EBI2+KBEB	BBRE+EBI2+KBEB	CHS1+EBOT+STB1	CSBM+EEXI+FCRS	EMIN+EUN9+KBEB	EBI1+KBEB
BBRE+STB1	ADBE+EEXI+KBEB	ADBE+CHS1+EEXI	EMIN+ESTI+STB1	EBOT+KBEB	ADBE+EBI2+STB1	BBRE+EBI2+STB1	CHS1+EEXI+ESTI	CSBM+EEXI+KBEB	EMIN+EUN9+STB1	EBI1+STB1
CRCD+KBEB	ADBE+EEXI+STB1	ADBE+CRCD+ESTI	EMIN+FCRS+KBEB	EBOT+STB1	ADBE+EBOT+EEXI	BBRE+EBOT+EEXI	CHS1+EEXI+FCRS	CSBM+EEXI+STB1	EMIN+FCRS+FRU4	EBI2+EBOT
EMIN+KBEB	BBRE+CHS1+CRCD	ADBE+CRCD+FCRS	EMIN+FCRS+STB1	EEXI+EUN9	ADBE+EBOT+EMIN	BBRE+EBOT+EMIN	CHS1+EEXI+FRU6	CSBM+EMIN+FCRS	EMIN+FRU4+KBEB	EBI2+FCRS
ADBE+BBRE+CRCD	BBRE+CHS1+EMIN	ADBE+EEXI+ESTI	ESTI+KBEB+STB1	EEXI+FRU4	ADBE+EBOT+FRU6	BBRE+EBOT+FRU6	CHS1+EMIN+ESTI	CSBM+EMIN+KBEB	EMIN+FRU4+STB1	EBI2+FRU1
ADBE+BBRE+EMIN	BBRE+CHS1+KBEB	ADBE+EEXI+FCRS	FCRS+KBEB+STB1	EEXI+FRU6	ADBE+EBOT+KBEB	BBRE+EBOT+KBEB	CHS1+EMIN+FCRS	CSBM+EMIN+STB1	EMIN+FRU6+KBEB	EBI2+FRU6
ADBE+BBRE+KBEB	BBRE+CHS1+STB1	ADBE+EMIN+ESTI	CSBM	EMIN+EUN9	ADBE+EBOT+STB1	BBRE+EBOT+STB1	CHS1+EMIN+FRU6	CSBM+FCRS+KBEB	ESTI+FCRS+KBEB	EBI2+NUP1
ADBE+BBRE+STB1	BBRE+CRCD+EEXI	ADBE+EMIN+FCRS	FRU4	EMIN+FRU4	ADBE+EEXI+EUN9	BBRE+EEXI+EUN9	CHS1+ESTI+KBEB	CSBM+FCRS+STB1	ESTI+FCRS+STB1	EBOT+ESTI
ADBE+CRCD+EMIN	BBRE+EEXI+EMIN	ADBE+ESTI+KBEB	ADBE+CSBM	ESTI+FCRS	ADBE+EEXI+FRU4	BBRE+EEXI+FRU4	CHS1+ESTI+STB1	CSBM+KBEB+STB1	EUN9+KBEB+STB1	EBOT+EUN9
ADBE+CRCD+KBEB	BBRE+EEXI+KBEB	ADBE+ESTI+STB1	ADBE+EBI2	EUN9+KBEB	ADBE+EEXI+FRU6	BBRE+EEXI+FRU6	CHS1+FCRS+KBEB	EBI2+EEXI+EMIN	FCRS+FRU4+KBEB	EBOT+FCRS
ADBE+CRCD+STB1	BBRE+EEXI+STB1	ADBE+FCRS+KBEB	ADBE+EBOT	EUN9+STB1	ADBE+EMIN+EUN9	BBRE+EMIN+EUN9	CHS1+FCRS+STB1	EBI2+EEXI+ESTI	FCRS+FRU4+STB1	EBOT+FRU1
ADBE+EMIN+KBEB	CHS1+CRCD+EMIN	ADBE+FCRS+STB1	ADBE+EUN9	FCRS+FRU4	ADBE+EMIN+FRU4	BBRE+EMIN+FRU4	CHS1+FRU6+KBEB	EBI2+EEXI+KBEB	FRU4+KBEB+STB1	EBOT+NUP1
ADBE+EMIN+STB1	CHS1+CRCD+KBEB	BBRE+CHS1+EEXI	ADBE+FRU4	FRU4+KBEB	ADBE+EMIN+FRU6	BBRE+EMIN+FRU6	CHS1+FRU6+STB1	EBI2+EEXI+STB1	FRU6+KBEB+STB1	EEXI+FRU1
BBRE+CRCD+EMIN	CHS1+CRCD+STB1	BBRE+CRCD+ESTI	BBRE+CSBM	FRU4+STB1	ADBE+ESTI+FCRS	BBRE+ESTI+FCRS	CRCD+CSBM+EEXI	EBI2+EMIN+ESTI	NUP1	EEXI+NUP1
BBRE+CRCD+KBEB	CHS1+EMIN+KBEB	BBRE+CRCD+FCRS	BBRE+EBI2	FRU6+KBEB	ADBE+EUN9+KBEB	BBRE+EUN9+KBEB	CRCD+CSBM+EMIN	EBI2+EMIN+KBEB	ADBE+EBI1	EMIN+FRU1
BBRE+CRCD+STB1	CHS1+EMIN+STB1	BBRE+EEXI+ESTI	BBRE+EBOT	ADBE+BBRE+CSBM	ADBE+EUN9+STB1	BBRE+EUN9+STB1	CRCD+CSBM+FCRS	EBI2+EMIN+STB1	ADBE+ENS1	EMIN+NUP1
BBRE+EMIN+KBEB	CHS1+KBEB+STB1	BBRE+EEXI+FCRS	BBRE+EUN9	ADBE+BBRE+EBI2	ADBE+FCRS+FRU4	BBRE+FCRS+FRU4	CRCD+CSBM+KBEB	EBI2+ESTI+KBEB	ADBE+FRU1	ENS1+KBEB
BBRE+EMIN+STB1	CRCD+EEXI+EMIN	BBRE+EMIN+ESTI	BBRE+FRU4	ADBE+BBRE+EBOT	ADBE+FRU4+KBEB	BBRE+FRU4+KBEB	CRCD+CSBM+STB1	EBI2+ESTI+STB1	ADBE+NUP1	ENS1+STB1
BBRE+KBEB+STB1	CRCD+EEXI+KBEB	BBRE+EMIN+FCRS	BBRE+FRU6	ADBE+BBRE+EUN9	ADBE+FRU4+STB1	BBRE+FRU4+STB1	CRCD+EBI2+EEXI	EBI2+KBEB+STB1	BBRE+EBI1	ESTI+EUN9
CRCD+EMIN+KBEB	CRCD+EEXI+STB1	BBRE+ESTI+KBEB	CHS1+CSBM	ADBE+BBRE+FRU4	ADBE+FRU6+KBEB	BBRE+FRU6+KBEB	CRCD+EBI2+EMIN	EBOT+EEXI+EMIN	BBRE+ENS1	ESTI+FRU1
CRCD+KBEB+STB1	EEXI+EMIN+KBEB	BBRE+ESTI+STB1	CHS1+EBI2	ADBE+BBRE+FRU6	ADBE+FRU6+STB1	BBRE+FRU6+STB1	CRCD+EBI2+ESTI	EBOT+EEXI+FRU6	BBRE+FRU1	ESTI+FRU4
EMIN+KBEB+STB1	EEXI+EMIN+STB1	BBRE+FCRS+KBEB	CHS1+EBOT	ADBE+CHS1+CSBM	BBRE+CHS1+CSBM	CHS1+CRCD+CSBM	CRCD+EBI2+KBEB	EBOT+EEXI+KBEB	BBRE+NUP1	ESTI+FRU6
ADBE+CHS1	EEXI+KBEB+STB1	BBRE+FCRS+STB1	CHS1+ESTI	ADBE+CHS1+EBI2	BBRE+CHS1+EBI2	CHS1+CRCD+EBI2	CRCD+EBI2+STB1	EBOT+EEXI+STB1	CHS1+ENS1	ESTI+NUP1
ADBE+EEXI	ESTI	CHS1+CRCD+EEXI	CHS1+FCRS	ADBE+CHS1+EBOT	BBRE+CHS1+EBOT	CHS1+CRCD+EBOT	CRCD+EBOT+EEXI	EBOT+EMIN+FRU6	CHS1+EUN9	EUN9+FCRS
BBRE+CHS1	FCRS	CHS1+EEXI+EMIN	CHS1+FRU6	ADBE+CHS1+ESTI	BBRE+CHS1+ESTI	CHS1+CRCD+ESTI	CRCD+EBOT+EMIN	EBOT+EMIN+KBEB	CHS1+FRU1	EUN9+FRU4
BBRE+EEXI	ADBE+ESTI	CHS1+EEXI+KBEB	CRCD+CSBM	ADBE+CHS1+FCRS	BBRE+CHS1+FCRS	CHS1+CRCD+FCRS	CRCD+EBOT+FRU6	EBOT+EMIN+STB1	CHS1+FRU4	EUN9+FRU6
CHS1+CRCD	ADBE+FCRS	CHS1+EEXI+STB1	CRCD+EBI2	ADBE+CHS1+FRU6	BBRE+CHS1+FRU6	CHS1+CRCD+FRU6	CRCD+EBOT+KBEB	EBOT+FRU6+KBEB	CHS1+NUP1	FCRS+FRU6
CHS1+EMIN	BBRE+ESTI	CRCD+EEXI+ESTI	CRCD+EBOT	ADBE+CRCD+CSBM	BBRE+CRCD+CSBM	CHS1+CSBM+EEXI	CRCD+EBOT+STB1	EBOT+FRU6+STB1	CRCD+EBI1	FRU1+FRU6
CHS1+KBEB	BBRE+FCRS	CRCD+EEXI+FCRS	CRCD+EUN9	ADBE+CRCD+EBI2	BBRE+CRCD+EBI2	CHS1+CSBM+EMIN	CRCD+EEXI+EUN9	EBOT+KBEB+STB1	CRCD+ENS1	FRU1+KBEB
CHS1+STB1	CHS1+EEXI	CRCD+EMIN+ESTI	CRCD+FRU4	ADBE+CRCD+EBOT	BBRE+CRCD+EBOT	CHS1+CSBM+FCRS	CRCD+EEXI+FRU4	EEXI+EMIN+EUN9	CRCD+FRU1	FRU1+NUP1
CRCD+EEXI	CRCD+ESTI	CRCD+EMIN+FCRS	CSBM+EEXI	ADBE+CRCD+EUN9	BBRE+CRCD+EUN9	CHS1+CSBM+KBEB	CRCD+EEXI+FRU6	EEXI+EMIN+FRU4	CRCD+NUP1	FRU6+NUP1
EEXI+EMIN	CRCD+FCRS	CRCD+ESTI+KBEB	CSBM+EMIN	ADBE+CRCD+FRU4	BBRE+CRCD+FRU4	CHS1+CSBM+STB1	CRCD+EMIN+EUN9	EEXI+EMIN+FRU6	CSBM+EBI2	KBEB+NUP1
EEXI+KBEB	EEXI+ESTI	CRCD+ESTI+STB1	CSBM+FCRS	ADBE+CRCD+FRU6	BBRE+CRCD+FRU6	CHS1+EBI2+EEXI	CRCD+EMIN+FRU4	EEXI+ESTI+FCRS	CSBM+EBOT	NUP1+STB1
EEXI+STB1	EEXI+FCRS	CRCD+FCRS+KBEB	CSBM+KBEB	ADBE+CSBM+EEXI	BBRE+CSBM+EEXI	CHS1+EBI2+EMIN	CRCD+ESTI+FCRS	EEXI+EUN9+KBEB	CSBM+ESTI	ADBE+BBRE+EBI1
ADBE+BBRE+CHS1	EMIN+ESTI	CRCD+FCRS+STB1	CSBM+STB1	ADBE+CSBM+EMIN	BBRE+CSBM+EMIN	CHS1+EBI2+ESTI	CRCD+EUN9+KBEB	EEXI+EUN9+STB1	CSBM+FRU4	ADBE+BBRE+ENS1
ADBE+BBRE+EEXI	EMIN+FCRS	EEXI+EMIN+ESTI	EBI2+EEXI	ADBE+CSBM+FCRS	BBRE+CSBM+FCRS	CHS1+EBI2+KBEB	CRCD+EUN9+STB1	EEXI+FCRS+FRU4	CSBM+FRU6	ADBE+BBRE+FRU1

Groupe 15

ADBE+BBRE+NUP1	ADBE+ESTI+FRU4	BBRE+EBOT+EUN9	CHS1+EBI2+NUP1	CRCD+EBI1+EMIN	CSBM+EBI2+ESTI	EBI1+FCRS+KBEB	EBOT+EMIN+ESTI	EMIN+ENS1+KBEB	FCRS+FRU6+STB1
ADBE+CHS1+ENS1	ADBE+ESTI+FRU6	BBRE+EBOT+FCRS	CHS1+EBOT+ESTI	CRCD+EBI1+EUN9	CSBM+EBI2+FCRS	EBI1+FCRS+STB1	EBOT+EMIN+EUN9	EMIN+ENS1+STB1	FRU1+FRU6+KBEB
ADBE+CHS1+EUN9	ADBE+ESTI+NUP1	BBRE+EBOT+FRU1	CHS1+EBOT+EUN9	CRCD+EBI1+FCRS	CSBM+EBI2+KBEB	EBI1+FRU4+KBEB	EBOT+EMIN+FCRS	EMIN+ESTI+EUN9	FRU1+FRU6+NUP1
ADBE+CHS1+FRU1	ADBE+EUN9+FCRS	BBRE+EBOT+NUP1	CHS1+EBOT+FCRS	CRCD+EBI1+FRU4	CSBM+EBI2+STB1	EBI1+FRU4+STB1	EBOT+EMIN+FRU1	EMIN+ESTI+FRU1	FRU1+FRU6+STB1
ADBE+CHS1+FRU4	ADBE+EUN9+FRU4	BBRE+EEXI+FRU1	CHS1+EBOT+FRU1	CRCD+EBI1+KBEB	CSBM+EBOT+EEXI	EBI1+KBEB+STB1	EBOT+EMIN+NUP1	EMIN+ESTI+FRU4	FRU1+KBEB+NUP1
ADBE+CHS1+NUP1	ADBE+EUN9+FRU6	BBRE+EEXI+NUP1	CHS1+EBOT+NUP1	CRCD+EBI1+STB1	CSBM+EBOT+EMIN	EBI2+EBOT+EEXI	EBOT+ESTI+FRU1	EMIN+ESTI+FRU6	FRU1+KBEB+STB1
ADBE+CRCD+EBI1	ADBE+FCRS+FRU6	BBRE+EMIN+ENS1	CHS1+EEXI+EUN9	CRCD+EBI2+EBOT	CSBM+EBOT+FCRS	EBI2+EBOT+EMIN	EBOT+ESTI+FRU6	EMIN+ESTI+NUP1	FRU1+NUP1+STB1
ADBE+CRCD+ENS1	ADBE+FRU1+FRU6	BBRE+EMIN+FRU1	CHS1+EEXI+FRU1	CRCD+EBI2+FCRS	CSBM+EBOT+FRU6	EBI2+EBOT+ESTI	EBOT+ESTI+KBEB	EMIN+EUN9+FCRS	FRU6+KBEB+NUP1
ADBE+CRCD+FRU1	ADBE+FRU1+KBEB	BBRE+EMIN+NUP1	CHS1+EEXI+FRU4	CRCD+EBI2+FRU1	CSBM+EBOT+KBEB	EBI2+EBOT+FRU1	EBOT+ESTI+NUP1	EMIN+EUN9+FRU4	FRU6+NUP1+STB1
ADBE+CRCD+NUP1	ADBE+FRU1+NUP1	BBRE+ENS1+KBEB	CHS1+EEXI+NUP1	CRCD+EBI2+FRU6	CSBM+EBOT+STB1	EBI2+EBOT+FRU6	EBOT+ESTI+STB1	EMIN+EUN9+FRU6	KBEB+NUP1+STB1
ADBE+CSBM+EBI2	ADBE+FRU1+STB1	BBRE+ENS1+STB1	CHS1+EMIN+ENS1	CRCD+EBI2+NUP1	CSBM+EEXI+ESTI	EBI2+EBOT+KBEB	EBOT+EUN9+FRU6	EMIN+FCRS+FRU6	
ADBE+CSBM+EBOT	ADBE+FRU6+NUP1	BBRE+ESTI+EUN9	CHS1+EMIN+EUN9	CRCD+EBOT+ESTI	CSBM+EEXI+FRU4	EBI2+EBOT+NUP1	EBOT+EUN9+KBEB	EMIN+FRU1+FRU6	
ADBE+CSBM+ESTI	ADBE+KBEB+NUP1	BBRE+ESTI+FRU1	CHS1+EMIN+FRU1	CRCD+EBOT+EUN9	CSBM+EEXI+FRU6	EBI2+EBOT+STB1	EBOT+EUN9+STB1	EMIN+FRU1+KBEB	
ADBE+CSBM+FRU4	ADBE+NUP1+STB1	BBRE+ESTI+FRU4	CHS1+EMIN+FRU4	CRCD+EBOT+FCRS	CSBM+EMIN+ESTI	EBI2+EEXI+FCRS	EBOT+FCRS+FRU6	EMIN+FRU1+NUP1	
ADBE+CSBM+FRU6	BBRE+CHS1+ENS1	BBRE+ESTI+FRU6	CHS1+EMIN+NUP1	CRCD+EBOT+FRU1	CSBM+EMIN+FRU4	EBI2+EEXI+FRU1	EBOT+FCRS+KBEB	EMIN+FRU1+STB1	
ADBE+EBI1+EEXI	BBRE+CHS1+EUN9	BBRE+ESTI+NUP1	CHS1+ENS1+KBEB	CRCD+EBOT+NUP1	CSBM+EMIN+FRU6	EBI2+EEXI+FRU6	EBOT+FCRS+STB1	EMIN+FRU6+NUP1	
ADBE+EBI1+EMIN	BBRE+CHS1+FRU1	BBRE+EUN9+FCRS	CHS1+ENS1+STB1	CRCD+EEXI+FRU1	CSBM+ESTI+FCRS	EBI2+EEXI+NUP1	EBOT+FRU1+FRU6	EMIN+KBEB+NUP1	
ADBE+EBI1+EUN9	BBRE+CHS1+FRU4	BBRE+EUN9+FRU4	CHS1+ESTI+FCRS	CRCD+EEXI+NUP1	CSBM+ESTI+KBEB	EBI2+EMIN+FCRS	EBOT+FRU1+KBEB	EMIN+NUP1+STB1	
ADBE+EBI1+FCRS	BBRE+CHS1+NUP1	BBRE+EUN9+FRU6	CHS1+ESTI+FRU1	CRCD+EMIN+ENS1	CSBM+ESTI+STB1	EBI2+EMIN+FRU1	EBOT+FRU1+NUP1	ENS1+KBEB+STB1	
ADBE+EBI1+FRU4	BBRE+CRCD+EBI1	BBRE+FCRS+FRU6	CHS1+ESTI+FRU6	CRCD+EMIN+FRU1	CSBM+FCRS+FRU4	EBI2+EMIN+FRU6	EBOT+FRU1+STB1	ESTI+EUN9+KBEB	
ADBE+EBI1+KBEB	BBRE+CRCD+ENS1	BBRE+FRU1+FRU6	CHS1+ESTI+NUP1	CRCD+EMIN+NUP1	CSBM+FCRS+FRU6	EBI2+EMIN+NUP1	EBOT+FRU6+NUP1	ESTI+EUN9+STB1	
ADBE+EBI1+STB1	BBRE+CRCD+FRU1	BBRE+FRU1+KBEB	CHS1+EUN9+FRU6	CRCD+ENS1+KBEB	CSBM+FRU4+KBEB	EBI2+ESTI+FCRS	EBOT+KBEB+NUP1	ESTI+FCRS+FRU4	
ADBE+EBI2+EBOT	BBRE+CRCD+NUP1	BBRE+FRU1+NUP1	CHS1+EUN9+KBEB	CRCD+ENS1+STB1	CSBM+FRU4+STB1	EBI2+ESTI+FRU1	EBOT+NUP1+STB1	ESTI+FRU1+FRU6	
ADBE+EBI2+FCRS	BBRE+CSBM+EBI2	BBRE+FRU1+STB1	CHS1+EUN9+STB1	CRCD+ESTI+EUN9	CSBM+FRU6+KBEB	EBI2+ESTI+FRU6	EEXI+EMIN+FRU1	ESTI+FRU1+KBEB	
ADBE+EBI2+FRU1	BBRE+CSBM+EBOT	BBRE+FRU6+NUP1	CHS1+FCRS+FRU4	CRCD+ESTI+FRU1	CSBM+FRU6+STB1	EBI2+ESTI+NUP1	EEXI+EMIN+NUP1	ESTI+FRU1+NUP1	
ADBE+EBI2+FRU6	BBRE+CSBM+ESTI	BBRE+KBEB+NUP1	CHS1+FCRS+FRU6	CRCD+ESTI+FRU4	EBI1+EEXI+EMIN	EBI2+FCRS+KBEB	EEXI+ESTI+EUN9	ESTI+FRU1+STB1	
ADBE+EBI2+NUP1	BBRE+CSBM+FRU4	BBRE+NUP1+STB1	CHS1+FRU1+FRU6	CRCD+ESTI+FRU6	EBI1+EEXI+EUN9	EBI2+FCRS+STB1	EEXI+ESTI+FRU1	ESTI+FRU4+KBEB	
ADBE+EBOT+ESTI	BBRE+CSBM+FRU6	CHS1+CRCD+ENS1	CHS1+FRU1+KBEB	CRCD+ESTI+NUP1	EBI1+EEXI+FCRS	EBI2+FRU1+FRU6	EEXI+ESTI+FRU4	ESTI+FRU4+STB1	
ADBE+EBOT+EUN9	BBRE+EBI1+EEXI	CHS1+CRCD+EUN9	CHS1+FRU1+NUP1	CRCD+EUN9+FCRS	EBI1+EEXI+FRU4	EBI2+FRU1+KBEB	EEXI+ESTI+FRU6	ESTI+FRU6+KBEB	
ADBE+EBOT+FCRS	BBRE+EBI1+EMIN	CHS1+CRCD+FRU1	CHS1+FRU1+STB1	CRCD+EUN9+FRU4	EBI1+EEXI+KBEB	EBI2+FRU1+NUP1	EEXI+ESTI+NUP1	ESTI+FRU6+NUP1	
ADBE+EBOT+FRU1	BBRE+EBI1+EUN9	CHS1+CRCD+FRU4	CHS1+FRU4+KBEB	CRCD+EUN9+FRU6	EBI1+EEXI+STB1	EBI2+FRU1+STB1	EEXI+EUN9+FCRS	ESTI+FRU6+STB1	
ADBE+EBOT+NUP1	BBRE+EBI1+FCRS	CHS1+CRCD+NUP1	CHS1+FRU4+STB1	CRCD+FCRS+FRU6	EBI1+EMIN+EUN9	EBI2+FRU6+KBEB	EEXI+EUN9+FRU4	ESTI+KBEB+NUP1	
ADBE+EEXI+FRU1	BBRE+EBI1+FRU4	CHS1+CSBM+EBI2	CHS1+FRU6+NUP1	CRCD+FRU1+FRU6	EBI1+EMIN+FCRS	EBI2+FRU6+NUP1	EEXI+EUN9+FRU6	ESTI+NUP1+STB1	
ADBE+EEXI+NUP1	BBRE+EBI1+KBEB	CHS1+CSBM+EBOT	CHS1+KBEB+NUP1	CRCD+FRU1+KBEB	EBI1+EMIN+FRU4	EBI2+FRU6+STB1	EEXI+FCRS+FRU6	EUN9+FCRS+FRU4	
ADBE+EMIN+ENS1	BBRE+EBI1+STB1	CHS1+CSBM+ESTI	CHS1+NUP1+STB1	CRCD+FRU1+NUP1	EBI1+EMIN+KBEB	EBI2+KBEB+NUP1	EEXI+FRU1+FRU6	EUN9+FCRS+KBEB	
ADBE+EMIN+FRU1	BBRE+EBI2+EBOT	CHS1+CSBM+FRU4	CRCD+CSBM+EBI2	CRCD+FRU1+STB1	EBI1+EMIN+STB1	EBI2+NUP1+STB1	EEXI+FRU1+KBEB	EUN9+FCRS+STB1	
ADBE+EMIN+NUP1	BBRE+EBI2+FCRS	CHS1+CSBM+FRU6	CRCD+CSBM+EBOT	CRCD+FRU6+NUP1	EBI1+EUN9+FCRS	EBOT+EEXI+ESTI	EEXI+FRU1+NUP1	EUN9+FRU4+KBEB	
ADBE+ENS1+KBEB	BBRE+EBI2+FRU1	CHS1+EBI2+EBOT	CRCD+CSBM+ESTI	CRCD+KBEB+NUP1	EBI1+EUN9+FRU4	EBOT+EEXI+EUN9	EEXI+FRU1+STB1	EUN9+FRU4+STB1	
ADBE+ENS1+STB1	BBRE+EBI2+FRU6	CHS1+EBI2+FCRS	CRCD+CSBM+FRU4	CRCD+NUP1+STB1	EBI1+EUN9+KBEB	EBOT+EEXI+FCRS	EEXI+FRU6+NUP1	EUN9+FRU6+KBEB	
ADBE+ESTI+EUN9	BBRE+EBI2+NUP1	CHS1+EBI2+FRU1	CRCD+CSBM+FRU6	CSBM+EBI2+EEXI	EBI1+EUN9+STB1	EBOT+EEXI+FRU1	EEXI+KBEB+NUP1	EUN9+FRU6+STB1	
ADBE+ESTI+FRU1	BBRE+EBOT+ESTI	CHS1+EBI2+FRU6	CRCD+EBI1+EEXI	CSBM+EBI2+EMIN	EBI1+FCRS+FRU4	EBOT+EEXI+NUP1	EEXI+NUP1+STB1	FCRS+FRU6+KBEB	

Groupe 19

ARPT+FVAU+GMAS+PTLA+SSEM	GCLE+NAS2+NSN2+PTLA	ARPT+FRA1+GMAS+PTLA+SSEM	EOMI+GBBO+MAPE+NAS2+PRS1	GBBO+MAPE+NAS2+NSN2+PTLA	GMAS+NAS2+NGRE+PRS1+PTLA
ARPT+GMAS+NAMP+NZBO+PTLA	GMAS+MAPE+NAS2+PRS1	ARPT+FRA1+NCTE+NZAB+PTLA	EOMI+GBBO+NAS2+NGRE+PTLA	GBBO+MAPE+NAS2+NTR0+PRS1	GMAS+NAS2+NSN2+NZBO+PTLA
ARPT+GMAS+NTR0+NZBO+PTLA	GMAS+MAPE+NSN2+NZAB	ARPT+FRA1+NTR0+NZAB+PTLA	EOMI+GBBO+NAS2+NSN2+NZBO	GBBO+MAPE+NAS2+NZAB+PRS1	MAPE+NAS2+NGRE+NTR0+PRS1
ARPT+GMAS+NTR0+PTLA+SSEM	GMAS+NAS2+NSN2+NZBO	ARPT+FVAU+PTLA+RABB+SSEM	EOMI+GBBO+NAS2+NSN2+PTLA	GBBO+MAPE+NAS2+NZBO+PRS1	MAPE+NAS2+NGRE+NTR0+PTLA
ARPT+GMAS+NZAB+NZBO+PTLA	GMAS+NAS2+NSN2+PTLA	ARPT+GBBO+NZAB+NZBO+PTLA	EOMI+GCLE+NAS2+NSN2+NZBO	GBBO+MAPE+NAS2+PRS1+PTLA	MAPE+NAS2+NGRE+NZAB+PRS1
ARPT+GMAS+NZAB+PTLA+SSEM	MAPE+NAS2+NGRE+PRS1	ARPT+GMAS+MVAR+NAS2+PTLA	EOMI+GCLE+NAS2+NSN2+PTLA	GBBO+MAPE+NAS2+PRS1+SSEM	MAPE+NAS2+NGRE+NZBO+PRS1
GMAS+MAPE+NZAB+NZBO+SSEM	MAPE+NAS2+NSN2+NZBO	ARPT+GMAS+NAMP+NAS2+PTLA	EOMI+GMAS+MAPE+NAS2+PRS1	GBBO+MAPE+NSN2+NZAB+PTLA	MAPE+NAS2+NGRE+PRS1+PTLA
ARPT+DCOT+GMAS+PTLA	MAPE+NAS2+NSN2+PTLA	ARPT+GMAS+NAS2+NCTE+PTLA	EOMI+GMAS+NAS2+NSN2+NZBO	GBBO+MAPE+NSN2+NZAB+SSEM	MAPE+NAS2+NGRE+PRS1+SSEM
ADNA+ARPT+DCOT+GMAS+PTLA	MAPE+NAS2+PRS1+PTLA	ARPT+GMAS+NAS2+NTR0+PTLA	EOMI+GMAS+NAS2+NSN2+PTLA	GBBO+MAPE+NZBO+PRS1+SSEM	MAPE+NAS2+NSN2+NZBO+PTLA
ADNA+DCOT+GMAS+PRS1+PTLA	MAPE+NSN2+NZAB+PTLA	ARPT+GMAS+NAS2+NZAB+PTLA	EOMI+MAPE+NAS2+NGRE+PRS1	GBBO+NAS2+NGRE+NTR0+PTLA	MAPE+NAS2+NTR0+PRS1+PTLA
ADNA+GBBO+GMAS+MAPE+SSEM	MAPE+NSN2+NZAB+SSEM	ARPT+GMAS+NAS2+PTLA+SSEM	EOMI+MAPE+NAS2+NSN2+NZBO	GBBO+NAS2+NGRE+NZAB+PTLA	MAPE+NAS2+NZAB+PRS1+PTLA
ADNA+GMAS+MAPE+NTR0+SSEM	NAS2+NSN2+NZBO+PTLA	ARPT+GMAS+PTLA+RABB+SSEM	EOMI+MAPE+NAS2+NSN2+PTLA	GBBO+NAS2+NGRE+PRS1+PTLA	MAPE+NAS2+NZBO+PRS1+PTLA
ADNA+GMAS+MAPE+NZAB+SSEM	ADNA+ADSH+GMAS+MAPE+SSEM	ARPT+NAMP+PTLA+RABB+SSEM	EOMI+MAPE+NAS2+PRS1+PTLA	GBBO+NAS2+NGRE+PTLA+SSEM	MAPE+NAS2+PRS1+PTLA+SSEM
ADNA+GMAS+MVAR+NAS2+PTLA	ADNA+ADSH+NAMP+NGRE+PTLA	ARPT+NAS2+NCTE+PTLA+RHIR	EOMI+NAS2+NSN2+NZBO+PTLA	GBBO+NAS2+NSN2+NZBO+PTLA	MAPE+NGRE+NSN2+NZAB+PTLA
ADSH+ARPT+DCOT+GMAS+PTLA	ADNA+EORU+FRA1+GMAS+MAPE	ARPT+NAS2+NTR0+PTLA+RHIR	EORU+FRA1+GBBO+GMAS+MAPE	GBBO+NAS2+NTR0+PRS1+PTLA	MAPE+NGRE+NSN2+NZAB+SSEM
ARPT+CEUG+DCOT+GMAS+PTLA	ADNA+FRA1+GMAS+MAPE+SSEM	ARPT+NZAB+PTLA+RABB+SSEM	EORU+FRA1+GBBO+MAPE+MVAR	GCLE+GMAS+MAPE+NAS2+PRS1	MAPE+NSN2+NTR0+NZAB+PTLA
ARPT+DCOT+EOMI+GMAS+PTLA	ADNA+GMAS+MAPE+MVAR+SSEM	CEUG+EOMI+NAS2+NSN2+PTLA	EORU+GBBO+GMAS+MAPE+NZAB	GCLE+GMAS+NAS2+NSN2+NZBO	MAPE+NSN2+NTR0+NZAB+SSEM
ARPT+DCOT+FVAU+GMAS+PTLA	ADNA+GMAS+MAPE+NCTE+SSEM	CEUG+FVAU+NAS2+NSN2+NZBO	EORU+GMAS+MAPE+NGRE+NZAB	GCLE+GMAS+NAS2+NSN2+PTLA	MAPE+NSN2+NZAB+NZBO+PTLA
ARPT+DCOT+GCLE+GMAS+PTLA	ADSH+GBBO+MAPE+NAS2+PRS1	CEUG+FVAU+NAS2+NSN2+PTLA	FRA1+GBBO+GMAS+MAPE+SSEM	GCLE+MAPE+NAS2+NGRE+PRS1	MAPE+NSN2+NZAB+NZBO+SSEM
ARPT+DCOT+GMAS+NCTE+PTLA	ADSH+GCLE+MAPE+NAS2+PRS1	CEUG+GBBO+MAPE+NAS2+PRS1	FRA1+GBBO+MAPE+MVAR+SSEM	GCLE+MAPE+NAS2+NSN2+NZBO	MAPE+NSN2+NZAB+PTLA+SSEM
ARPT+DCOT+GMAS+NTR0+PTLA	ADSH+GMAS+MAPE+NAMP+NZBO	CEUG+GBBO+NAS2+NSN2+NZBO	FRA1+GMAS+NAMP+NAS2+PTLA	GCLE+MAPE+NAS2+NSN2+PTLA	NAS2+NTR0+PRS1+PTLA+RHIR
ARPT+DCOT+GMAS+NZAB+PTLA	ADSH+GMAS+MAPE+NAS2+PRS1	CEUG+GBBO+NAS2+NSN2+PTLA	FRA1+NAS2+NCTE+NZBO+PTLA	GCLE+MAPE+NAS2+PRS1+PTLA	
ARPT+DCOT+GMAS+NZBO+PTLA	ADSH+GMAS+NAMP+NAS2+PTLA	CEUG+GCLE+NAS2+NSN2+NZBO	FRA1+NAS2+NTR0+PRS1+PTLA	GCLE+NAS2+NSN2+NZBO+PTLA	
ARPT+DCOT+GMAS+PRS1+PTLA	ADSH+MAPE+NAS2+NGRE+NTR0	CEUG+GCLE+NAS2+NSN2+PTLA	FVAU+GBBO+NAS2+NSN2+NZBO	GCLE+NGRE+NSN2+NZAB+PTLA	
ARPT+DCOT+GMAS+PTLA+SSEM	ADSH+MAPE+NAS2+NGRE+PRS1	CEUG+GMAS+MAPE+NAS2+PRS1	FVAU+GBBO+NAS2+NSN2+PTLA	GMAS+MAPE+NAS2+NGRE+NZAB	
ARPT+GMAS+NAMP+PTLA+SSEM	ADSH+MAPE+NAS2+NZAB+PRS1	CEUG+GMAS+MAPE+NSN2+NZAB	FVAU+GCLE+NAS2+NSN2+NZBO	GMAS+MAPE+NAS2+NGRE+PRS1	
FRA1+NAS2+NTR0+NZBO+PTLA	ADSH+MAPE+NAS2+PRS1+PTLA	CEUG+GMAS+NAS2+NSN2+NZBO	FVAU+GCLE+NAS2+NSN2+PTLA	GMAS+MAPE+NAS2+NSN2+NZBO	
GMAS+NAS2+NTR0+PRS1+PTLA	ADSH+MAPE+NAS2+PRS1+SSEM	CEUG+GMAS+NAS2+NSN2+PTLA	FVAU+GMAS+NAS2+NSN2+NZBO	GMAS+MAPE+NAS2+NSN2+PTLA	
GMAS+NAS2+NZAB+PRS1+PTLA	ADSH+NAMP+NGRE+NZBO+PTLA	CEUG+MAPE+NAS2+NGRE+PRS1	FVAU+GMAS+NAS2+NSN2+PTLA	GMAS+MAPE+NAS2+NTR0+PRS1	
GMAS+NAS2+PRS1+PTLA+SSEM	ARPT+DCOT+GBBO+GMAS+PTLA	CEUG+MAPE+NAS2+NSN2+NZBO	FVAU+MAPE+NAS2+NSN2+NZBO	GMAS+MAPE+NAS2+NZAB+PRS1	
NAMP+NZAB+NZBO+PRS1+PTLA	ARPT+DCOT+GBBO+NCTE+PTLA	CEUG+MAPE+NAS2+NSN2+PTLA	FVAU+MAPE+NAS2+NSN2+PTLA	GMAS+MAPE+NAS2+NZBO+PRS1	
NGRE+NSN2+NZAB+PTLA+SSEM	ARPT+DCOT+GBBO+NTR0+PTLA	CEUG+MAPE+NAS2+PRS1+PTLA	FVAU+NAS2+NSN2+NZBO+PTLA	GMAS+MAPE+NAS2+PRS1+PTLA	
NAS2+NSN2+PTLA	ARPT+DCOT+GBBO+NZBO+PTLA	CEUG+MAPE+NSN2+NZAB+PTLA	GBBO+GCLE+MAPE+NAS2+PRS1	GMAS+MAPE+NAS2+PRS1+SSEM	
CEUG+NAS2+NSN2+PTLA	ARPT+DCOT+GMAS+MVAR+PTLA	CEUG+MAPE+NSN2+NZAB+SSEM	GBBO+GCLE+NAS2+NSN2+NZBO	GMAS+MAPE+NGRE+NSN2+NZAB	
EOMI+NAS2+NSN2+PTLA	ARPT+DCOT+GMAS+NAMP+PTLA	CEUG+NAS2+NSN2+NZBO+PTLA	GBBO+GCLE+NAS2+NSN2+PTLA	GMAS+MAPE+NSN2+NTR0+NZAB	
FVAU+NAS2+NSN2+NZBO	ARPT+DCOT+GMAS+PTLA+RHIR	DCOT+GBBO+NTR0+PRS1+PTLA	GBBO+GMAS+MAPE+NAS2+PRS1	GMAS+MAPE+NSN2+NZAB+NZBO	
FVAU+NAS2+NSN2+PTLA	ARPT+DCOT+NAMP+NZBO+PTLA	DCOT+GBBO+NZBO+PRS1+PTLA	GBBO+GMAS+MAPE+NSN2+NZAB	GMAS+MAPE+NSN2+NZAB+PTLA	
GBBO+MAPE+NAS2+PRS1	ARPT+FRA1+GMAS+MVAR+PTLA	DCOT+NAMP+NTR0+PRS1+PTLA	GBBO+GMAS+NAS2+NSN2+NZBO	GMAS+MAPE+NSN2+NZAB+SSEM	
GBBO+NAS2+NSN2+NZBO	ARPT+FRA1+GMAS+NCTE+PTLA	DCOT+NAMP+NZBO+PRS1+PTLA	GBBO+GMAS+NAS2+NSN2+PTLA	GMAS+MVAR+NAMP+NAS2+PTLA	
GBBO+NAS2+NSN2+PTLA	ARPT+FRA1+GMAS+NTR0+PTLA	EOMI+FVAU+NAS2+NSN2+NZBO	GBBO+MAPE+NAS2+NGRE+PRS1	GMAS+MVAR+NAS2+PRS1+PTLA	
GCLE+NAS2+NSN2+NZBO	ARPT+FRA1+GMAS+NZAB+PTLA	EOMI+FVAU+NAS2+NSN2+PTLA	GBBO+MAPE+NAS2+NSN2+NZBO	GMAS+NAS2+NGRE+NTR0+PTLA	

Groupe 21

FRA2+PRBU+ULAN	CMEN+EOMI+ULAN	ARPT+NVDA+ULAN	ADSH+CTRO+DCOF+PRBU	EOMI+NVDA+PRS1+ULAN	CMEN+NVDA+ULAN	ADSH+AMUS+GPRI+NAMP	ADSH+NESEC+NGRE+ULAN	CMEN+NESEC+NZBO+ULAN
ADSH+GBOB+NESEC+PRBU	CMEN+MVAR+ULAN	CMEN+NGRE+ULAN	ADSH+CTRO+NAMP+PRBU	FRA1+FRA2+PRBU+ULAN	CTRO+EOMI+ESLE	ADSH+ARPT+CEUG+ESLE	ADSH+NESEC+NVDA+ULAN	CMEN+NESEC+PRBU+ULAN
CEUG+FRA2+PRBU+ULAN	CMEN+PRBU+ULAN	CMEN+NZBO+ULAN	ADSH+CTRO+NESEC+NGRE	FRA2+GBOB+PRBU+ULAN	CTRO+ESLE+MVAR	ADSH+ARPT+CEUG+NQDJ	ADSH+NVDA+PRS1+ULAN	CMEN+NGRE+NVDA+ULAN
EOMI+FRA2+PRBU+ULAN	GPRI+PRS1+ULAN	FRA2+NVDA+ULAN	ADSH+DCOF+GBOB+NESEC	FRA2+GCLE+PRBU+ULAN	DCOF+NVDA+ULAN	ADSH+ARPT+CMEN+ULAN	AMUS+ARPT+GPRI+PRS1	CMEN+NGRE+NZBO+ULAN
FRA2+MVAR+PRBU+ULAN	ADNA+AMUS+FRA2+ULAN	NVDA+PRS1+ULAN	ADSH+DCOF+GPRI+ULAN	FRA2+GPRI+PRBU+ULAN	DCOT+FRA1+GDEC	ADSH+ARPT+DCOF+NAS2	AMUS+EOMI+ESLE+MVAR	CMEN+NVDA+NZBO+ULAN
NVDA+PRBU+ULAN	ADNA+FRA2+GBOB+ULAN	ADNA+ADSH+CEUG+ESLE	ADSH+EOMI+ESLE+NZBO	FRA2+MVAR+NVDA+ULAN	EOMI+ESLE+ULAN	ADSH+ARPT+EOMI+ESLE	AMUS+FRA1+FRA2+NESEC	CMEN+NVDA+PRBU+ULAN
ADNA+FRA2+NZBO+ULAN	ADSH+AMUS+FRA2+NESEC	ADNA+ADSH+CMEN+DCOF	ADSH+EOMI+ESLE+PRBU	FRA2+NCTE+PRBU+ULAN	ESLE+MVAR+ULAN	ADSH+ARPT+EOMI+NQDJ	AMUS+FRA2+GBOB+ULAN	CTRO+DCOF+NESEC+NGRE
ADSH+FRA2+PRBU+ULAN	ADSH+ARPT+CMEN+PRBU	ADNA+ADSH+CMEN+ULAN	ADSH+ESLE+MVAR+NZBO	FRA2+NVDA+PRBU+ULAN	FRA2+NAS2+ULAN	ADSH+ARPT+ESLE+MVAR	AMUS+FRA2+GPRI+ULAN	CTRO+DCOF+NGRE+PRBU
ADSH+GPRI+MVAR+ULAN	ADSH+CEUG+EOMI+ESLE	ADNA+ADSH+EOMI+ESLE	ADSH+ESLE+MVAR+PRBU	FRA2+NZBO+PRS1+ULAN	GBOB+NVDA+ULAN	ADSH+ARPT+FRA2+ULAN	AMUS+FRA2+PRBU+ULAN	CTRO+EOMI+ESLE+MVAR
ADSH+GPRI+PRBU+ULAN	ADSH+CEUG+ESLE+MVAR	ADNA+ADSH+ESLE+MVAR	ADSH+FRA2+GPRI+ULAN	GPRI+MVAR+PRS1+ULAN	GDEC+PRBU+ULAN	ADSH+ARPT+GBOB+GPRI	AMUS+FRA2+RHIR+ULAN	CTRO+FRA1+NESEC+NGRE
CEUG+NVDA+PRBU+ULAN	ADSH+CEUG+NVDA+ULAN	ADNA+ADSH+NVDA+ULAN	ADSH+FRA2+NGRE+ULAN	GPRI+NGRE+PRBU+ULAN	GPRI+NPAL+PRBU	ADSH+ARPT+GPRI+NAS2	ARPT+CMEN+DCOF+ULAN	DCOF+EOMI+NVDA+ULAN
EOMI+NVDA+PRBU+ULAN	ADSH+CMEN+NZBO+PRBU	ADNA+ARPT+GPRI+NAS2	ADSH+FRA2+PRS1+ULAN	GPRI+PRBU+PRS1+ULAN	GPRI+NVDA+ULAN	ADSH+ARPT+MVAR+NQDJ	ARPT+CMEN+NESEC+ULAN	DCOF+NESEC+NGRE+ULAN
FRA2+NZBO+PRBU+ULAN	ADSH+EOMI+ESLE+MVAR	ADNA+CEUG+CMEN+ULAN	ADSH+GBOB+GPRI+NESEC	MVAR+NESEC+NVDA+ULAN	NPAL+PRBU+ULAN	ADSH+ARPT+NQDJ+PRBU	ARPT+CMEN+NGRE+ULAN	DCOF+NGRE+NVDA+ULAN
ADSH+CMEN+PRBU	ADSH+EOMI+NVDA+ULAN	ADNA+CEUG+NVDA+ULAN	ADSH+GBOB+NAS2+PRBU	NESEC+NGRE+PRBU+ULAN	ADCT+AMUS+EOMI+MVAR	ADSH+ARPT+NVDA+PRBU	ARPT+CMEN+NZBO+ULAN	DCOF+NVDA+NZBO+ULAN
FRA2+GBOB+ULAN	ADSH+GPRI+PRS1+ULAN	ADNA+CMEN+EOMI+ULAN	ADSH+GPRI+NGRE+ULAN	NESEC+NVDA+PRBU+ULAN	ADCT+CEUG+EOMI+PRBU	ADSH+CEUG+ESLE+GBOB	ARPT+GPRI+NAS2+PRBU	DCOF+NVDA+PRBU+ULAN
MVAR+NVDA+ULAN	ADSH+NVDA+PRBU+ULAN	ADNA+CMEN+MVAR+ULAN	ADSH+MVAR+NVDA+ULAN	NVDA+PRBU+PRS1+ULAN	ADCT+CEUG+MVAR+PRBU	ADSH+CEUG+ESLE+NESEC	ARPT+NESEC+NVDA+ULAN	DCOT+EOMI+FRA1+GDEC
ADNA+ADSH+CMEN+PRBU	AMUS+CEUG+FRA2+ULAN	ADNA+CMEN+PRBU+ULAN	ADSH+NGRE+NVDA+ULAN	ADCT+AMUS	ADCT+EOMI+MVAR+PRBU	ADSH+CEUG+NQDJ+PRBU	ARPT+NGRE+NVDA+ULAN	DCOT+FRA1+GBOB+PRBU
ADNA+ADSH+GPRI+ULAN	AMUS+EOMI+FRA2+ULAN	ADNA+EOMI+NVDA+ULAN	ADSH+NVDA+NZBO+ULAN	ADCT+PRBU	ADNA+ADSH+ARPT+ESLE	ADSH+CMEN+DCOF+NAS2	ARPT+NVDA+NZBO+ULAN	DCOT+FRA1+GDEC+MVAR
ADNA+FRA2+PRBU+ULAN	AMUS+FRA2+MVAR+ULAN	ADNA+FRA2+NGRE+ULAN	AMUS+FRA1+FRA2+ULAN	ADPN+PRBU	ADNA+ADSH+ARPT+NQDJ	ADSH+CMEN+DCOF+NESEC	CEUG+CMEN+DCOF+ULAN	EOMI+ESLE+MVAR+ULAN
ADSH+CEUG+CMEN+PRBU	ARPT+FRA2+NZBO+ULAN	ADNA+GPRI+NAS2+PRBU	AMUS+FRA2+NZBO+ULAN	AMUS+ESLE	ADNA+ADSH+ESLE+NZBO	ADSH+CMEN+DCOF+NZBO	CEUG+CMEN+GBOB+ULAN	EOMI+FRA2+NAS2+ULAN
ADSH+CMEN+EOMI+PRBU	CEUG+CMEN+EOMI+ULAN	ADNA+MVAR+NVDA+ULAN	ARPT+CEUG+CMEN+ULAN	CTRO+ESLE	ADNA+ADSH+ESLE+PRBU	ADSH+CMEN+NGRE+ULAN	CEUG+CMEN+NESEC+ULAN	EOMI+GBOB+NVDA+ULAN
ADSH+CMEN+MVAR+PRBU	CEUG+CMEN+MVAR+ULAN	ADNA+NVDA+PRBU+ULAN	ARPT+CEUG+NVDA+ULAN	ESLE+ULAN	ADNA+ADSH+NQDJ+PRBU	ADSH+CMEN+NVDA+PRBU	CEUG+CMEN+NVDA+ULAN	EOMI+GDEC+PRBU+ULAN
ADSH+FRA2+NZBO+ULAN	CEUG+CMEN+PRBU+ULAN	ADSH+AMUS+ARPT+GPRI	ARPT+CMEN+EOMI+ULAN	ADCT+AMUS+EOMI	ADNA+AMUS+EOMI+ESLE	ADSH+CMEN+NZBO+ULAN	CEUG+DCOF+NVDA+ULAN	EOMI+GPRI+NPAL+PRBU
ARPT+EOMI+FRA2+ULAN	CEUG+GPRI+PRS1+ULAN	ADSH+AMUS+GPRI+NESEC	ARPT+CMEN+MVAR+ULAN	ADCT+AMUS+MVAR	ADNA+AMUS+ESLE+MVAR	ADSH+CTRO+GBOB+NESEC	CEUG+EOMI+ESLE+ULAN	EOMI+GPRI+NVDA+ULAN
CEUG+FRA2+GBOB+ULAN	CMEN+EOMI+MVAR+ULAN	ADSH+AMUS+GPRI+ULAN	ARPT+CMEN+PRBU+ULAN	ADCT+CEUG+PRBU	ADNA+AMUS+GPRI+NAS2	ADSH+DCOF+NESEC+ULAN	CEUG+ESLE+MVAR+ULAN	EOMI+NPAL+PRBU+ULAN
CEUG+MVAR+NVDA+ULAN	CMEN+EOMI+PRBU+ULAN	ADSH+ARPT+CMEN+DCOF	ARPT+EOMI+NVDA+ULAN	ADCT+EOMI+PRBU	ADNA+ARPT+CMEN+ULAN	ADSH+EOMI+ESLE+GBOB	CEUG+FRA2+NAS2+ULAN	FRA1+FRA2+GBOB+ULAN
EOMI+FRA2+GBOB+ULAN	CMEN+MVAR+PRBU+ULAN	ADSH+CEUG+CMEN+DCOF	ARPT+FRA2+PRBU+ULAN	ADCT+MVAR+PRBU	ADNA+CMEN+NGRE+ULAN	ADSH+EOMI+ESLE+NESEC	CEUG+GBOB+NVDA+ULAN	FRA2+GBOB+GCLE+ULAN
EOMI+MVAR+NVDA+ULAN	EOMI+GPRI+PRS1+ULAN	ADSH+CEUG+CMEN+ULAN	ARPT+MVAR+NVDA+ULAN	ADNA+AMUS+ESLE	ADNA+CMEN+NZBO+ULAN	ADSH+EOMI+NQDJ+PRBU	CEUG+GDEC+PRBU+ULAN	FRA2+GBOB+GPRI+ULAN
FRA2+GBOB+MVAR+ULAN	FRA1+FRA2+NZBO+ULAN	ADSH+CEUG+ESLE+NZBO	ARPT+NVDA+PRBU+ULAN	ADPN+EOMI+PRBU	ADNA+FRA2+NAS2+ULAN	ADSH+ESLE+GBOB+MVAR	CEUG+GPRI+NPAL+PRBU	FRA2+GBOB+NGRE+ULAN
FRA2+GBOB+NZBO+ULAN	FRA2+NGRE+PRBU+ULAN	ADSH+CEUG+ESLE+PRBU	CEUG+CMEN+NGRE+ULAN	ADPN+MVAR+PRBU	ADNA+FRA2+NESEC+ULAN	ADSH+ESLE+MVAR+NESEC	CEUG+GPRI+NVDA+ULAN	FRA2+MVAR+NAS2+ULAN
MVAR+NVDA+PRBU+ULAN	FRA2+PRBU+PRS1+ULAN	ADSH+CMEN+DCOF+EOMI	CEUG+CMEN+NZBO+ULAN	ADSH+ARPT+ESLE	ADNA+FRA2+NVDA+ULAN	ADSH+ESLE+NESEC+NZBO	CEUG+NPAL+PRBU+ULAN	FRA2+NESEC+PRBU+ULAN
NGRE+NVDA+PRBU+ULAN	MVAR+NGRE+NVDA+ULAN	ADSH+CMEN+DCOF+MVAR	CEUG+FRA2+NVDA+ULAN	ADSH+ARPT+NQDJ	ADNA+FRA2+PRS1+ULAN	ADSH+ESLE+NESEC+PRBU	CMEN+DCOF+EOMI+ULAN	FRA2+NGRE+NVDA+ULAN
NVDA+NZBO+PRBU+ULAN	MVAR+NVDA+NZBO+ULAN	ADSH+CMEN+DCOF+PRBU	CEUG+NVDA+PRS1+ULAN	ADSH+ESLE+GBOB	ADNA+GPRI+NAS2+NVDA	ADSH+ESLE+NZBO+PRBU	CMEN+DCOF+MVAR+ULAN	FRA2+NVDA+NZBO+ULAN
ADSH+ESLE	ADNA+ADSH+ESLE	ADSH+CMEN+EOMI+ULAN	CMEN+EOMI+NGRE+ULAN	ADSH+ESLE+NESEC	ADNA+GPRI+NAS2+ULAN	ADSH+FRA2+GBOB+ULAN	CMEN+DCOF+PRBU+ULAN	GBOB+GPRI+NAMP+PRBU
CMEN+ULAN	ADNA+CMEN+ULAN	ADSH+CMEN+GBOB+PRBU	CMEN+EOMI+NZBO+ULAN	ADSH+NQDJ+PRBU	ADNA+GPRI+PRS1+ULAN	ADSH+FRA2+NESEC+ULAN	CMEN+EOMI+GBOB+ULAN	GBOB+MVAR+NVDA+ULAN
ADSH+CEUG+ESLE	ADNA+NVDA+ULAN	ADSH+CMEN+MVAR+ULAN	CMEN+MVAR+NGRE+ULAN	AMUS+EOMI+ESLE	ADNA+NESEC+NGRE+ULAN	ADSH+FRA2+NVDA+ULAN	CMEN+EOMI+NESEC+ULAN	GBOB+NGRE+NVDA+ULAN
ADSH+EOMI+ESLE	ADSH+CMEN+DCOF	ADSH+CMEN+NAS2+PRBU	CMEN+MVAR+NZBO+ULAN	AMUS+ESLE+MVAR	ADNA+NESEC+NVDA+ULAN	ADSH+GPRI+NAS2+ULAN	CMEN+EOMI+NVDA+ULAN	GBOB+NVDA+NZBO+ULAN
ADSH+ESLE+MVAR	ADSH+CMEN+ULAN	ADSH+CMEN+NESEC+PRBU	CMEN+NGRE+PRBU+ULAN	CEUG+ESLE+ULAN	ADNA+NGRE+NVDA+ULAN	ADSH+GPRI+NESEC+ULAN	CMEN+GBOB+MVAR+ULAN	GBOB+NVDA+PRBU+ULAN
ADSH+NVDA+ULAN	ADSH+ESLE+NZBO	ADSH+CMEN+NGRE+PRBU	CMEN+NZBO+PRBU+ULAN	CMEN+DCOF+ULAN	ADNA+NVDA+NZBO+ULAN	ADSH+GPRI+NPAL+PRBU	CMEN+GBOB+PRBU+ULAN	GCLE+NVDA+PRBU+ULAN
AMUS+FRA2+ULAN	ADSH+ESLE+PRBU	ADSH+CMEN+PRBU+PRS1	EOMI+FRA2+NVDA+ULAN	CMEN+GBOB+ULAN	ADPN+EOMI+MVAR+PRBU	ADSH+GPRI+NVDA+ULAN	CMEN+MVAR+NESEC+ULAN	GDEC+MVAR+PRBU+ULAN
CEUG+CMEN+ULAN	ARPT+CMEN+ULAN	ADSH+CMEN+PRBU+ULAN	EOMI+GPRI+NAS2+ULAN	CMEN+NESEC+ULAN	ADSH+AMUS+FRA2+ULAN	ADSH+MVAR+NQDJ+PRBU	CMEN+MVAR+NVDA+ULAN	GPRI+MVAR+NAS2+ULAN

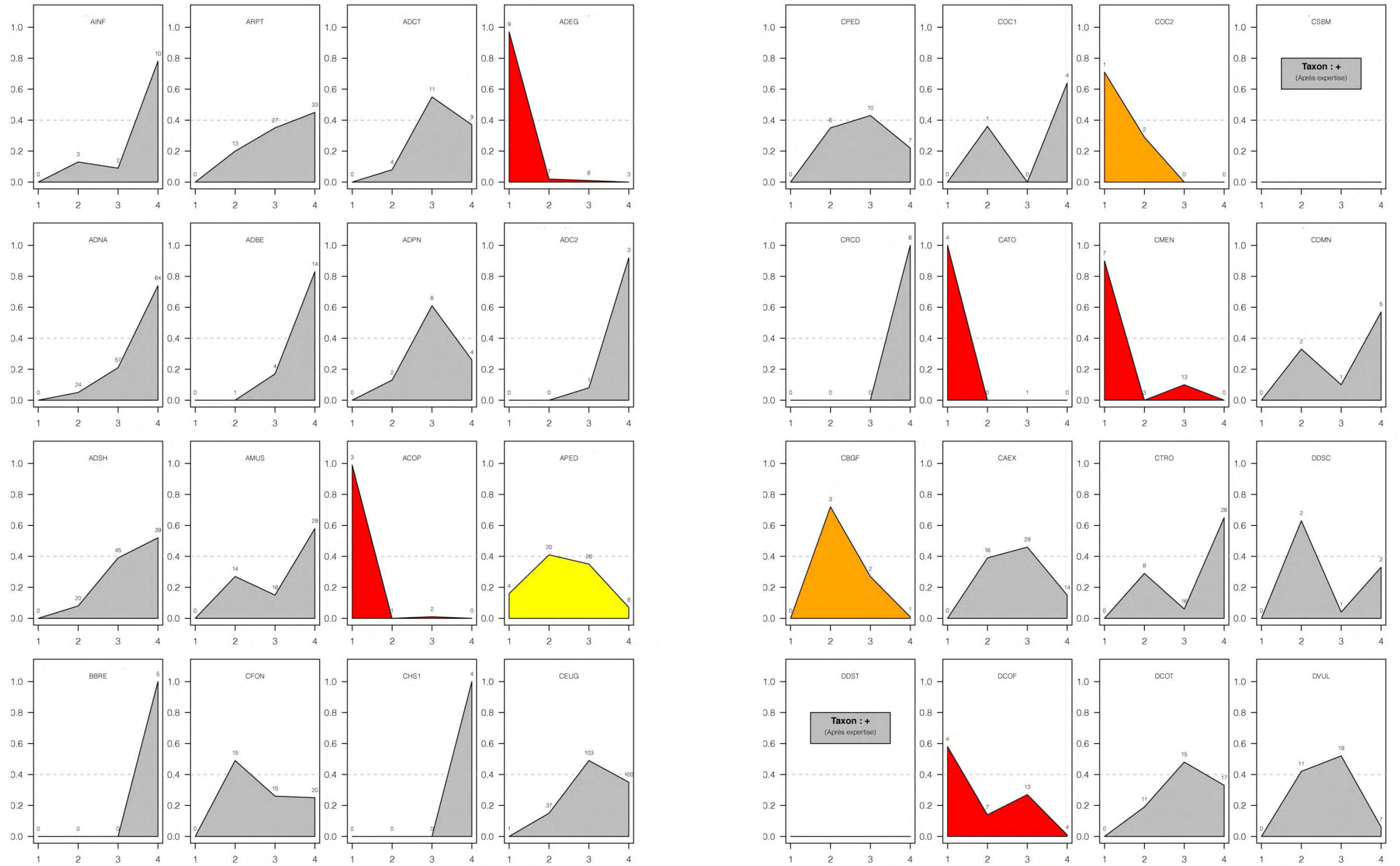
Groupe 21

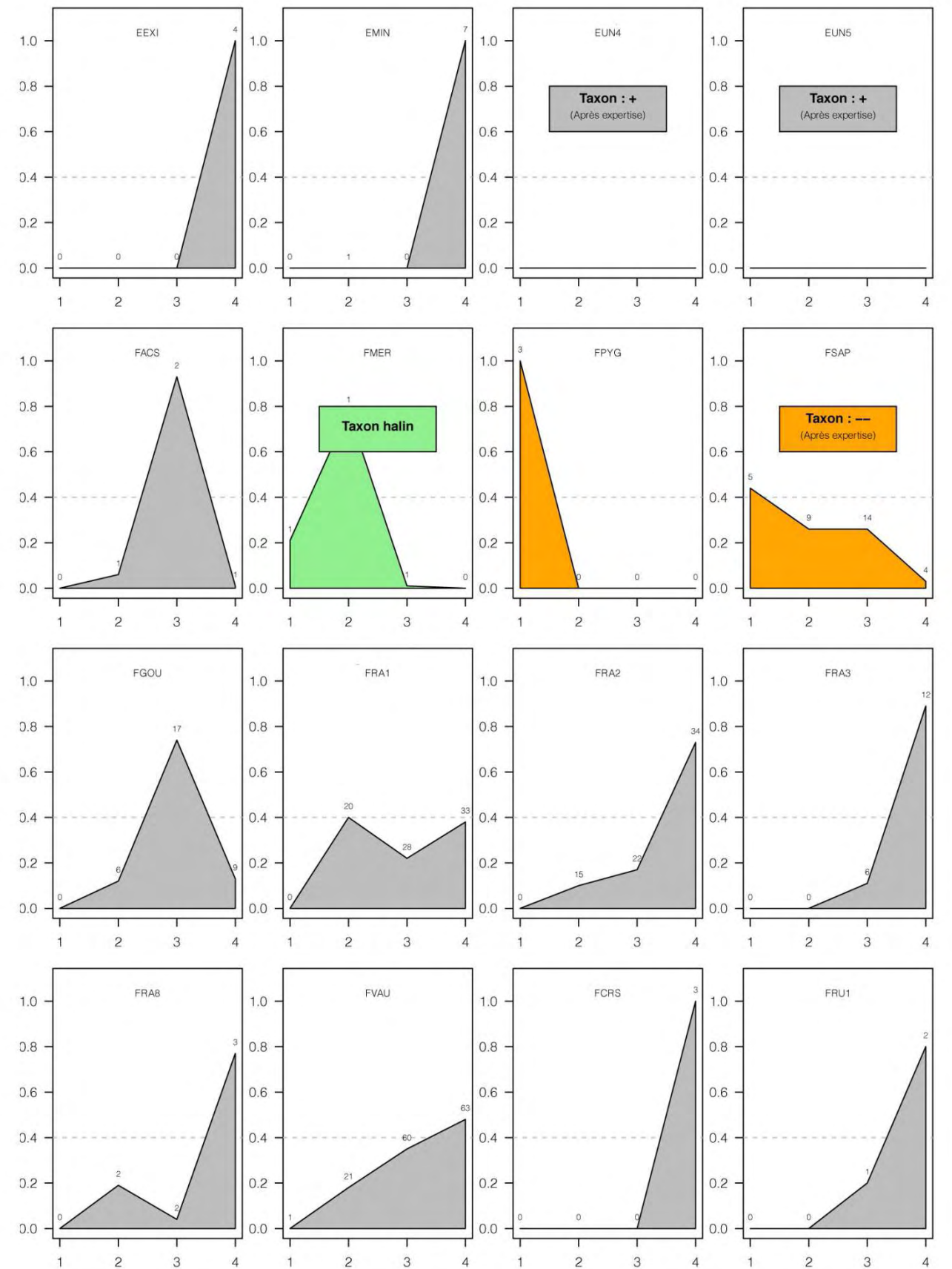
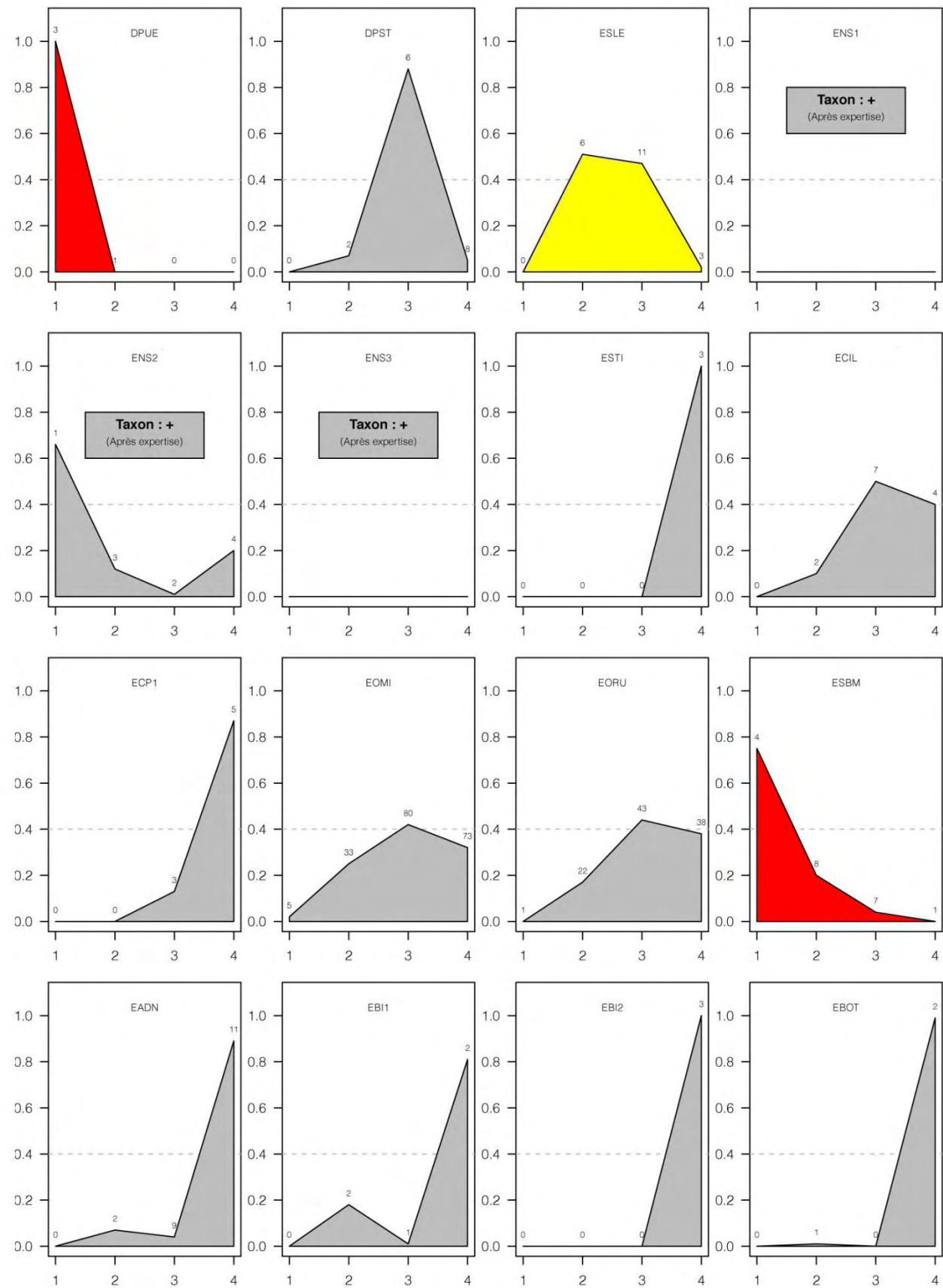
GPRI+NAS2+PRBU+ULAN	ARPT+ESLE+ULAN	ADCT+CEUG+EOMI+NCRY	ADNA+CMEN+NVDA+ULAN	ADSH+CEUG+ESLE+PRS1	ADSH+DCOT+EOMI+GDEC	ADSH+NPAL+PRBU+ULAN	ARPT+FRA2+NCTE+ULAN	CMEN+EOMI+GPRI+PRBU
GPRI+NCTE+PRBU+ULAN	CEUG+CTRO+ESLE	ADCT+CEUG+GBOB+NCRY	ADNA+CMEN+PRS1+ULAN	ADSH+CEUG+ESLE+ULAN	ADSH+DCOT+FRA1+GDEC	ADSH+NQDJ+NZBO+PRBU	ARPT+FRA2+NVDA+ULAN	CMEN+EOMI+NAS2+ULAN
GPRI+NVDA+PRBU+ULAN	CEUG+ESLE+GPRI	ADCT+CEUG+GBOB+NZBO	ADNA+CTRO+FRA2+ULAN	ADSH+CEUG+NESE+NQDJ	ADSH+DCOT+FRA2+NESE	ADSH+NQDJ+PRBU+PRS1	ARPT+FRA2+PRS1+ULAN	CMEN+EOMI+NCTE+ULAN
GPRI+NZBO+PRS1+ULAN	CMEN+CTRO+DCOF	ADCT+CEUG+GBOB+PRBU	ADNA+DCOF+DCOT+FRA1	ADSH+CMEN+DCOF+GBOB	ADSH+DCOT+GDEC+MVAR	AMUS+ARPT+EOMI+ESLE	ARPT+GBOB+GPRI+PRS1	CMEN+EOMI+PRS1+ULAN
MVAR+NVDA+PRS1+ULAN	CMEN+CTRO+EOMI	ADCT+CEUG+MVAR+NCRY	ADNA+DCOF+DCOT+NESE	ADSH+CMEN+DCOF+NGRE	ADSH+DCOT+GDEC+PRBU	AMUS+ARPT+ESLE+MVAR	ARPT+GCLE+GDEC+PRBU	CMEN+GBOB+NGRE+ULAN
NGRE+NVDA+PRS1+ULAN	CMEN+CTRO+MVAR	ADCT+CEUG+NZBO+PRBU	ADNA+DCOF+GPRI+NCTE	ADSH+CMEN+DCOF+NQDJ	ADSH+DCOT+GDEC+PRS1	AMUS+ARPT+FRA2+ULAN	ARPT+GPRI+NAS2+NESE	CMEN+GBOB+NZBO+ULAN
NVDA+NZBO+PRS1+ULAN	CMEN+EOMI+GDEC	ADCT+EOMI+GBOB+NCRY	ADNA+DCOT+FRA1+GDEC	ADSH+CMEN+DCOF+PRS1	ADSH+EOMI+ESLE+FRA1	AMUS+CEUG+CMEN+PRBU	ARPT+GPRI+NAS2+ULAN	CMEN+GPRI+MVAR+NAS2
CMEN+CTRO	CMEN+GDEC+MVAR	ADCT+EOMI+GBOB+NZBO	ADNA+EOMI+ESLE+ULAN	ADSH+CMEN+DCOF+ULAN	ADSH+EOMI+ESLE+GPRI	AMUS+CEUG+EOMI+ESLE	ARPT+NESE+NGRE+ULAN	CMEN+GPRI+MVAR+PRBU
CMEN+GDEC	CMEN+GPRI+NAS2	ADCT+EOMI+GBOB+PRBU	ADNA+ESLE+MVAR+ULAN	ADSH+CMEN+EOMI+ESLE	ADSH+EOMI+ESLE+NCTE	AMUS+CEUG+ESLE+MVAR	CEUG+CMEN+GPRI+NAS2	CMEN+GPRI+NAS2+NZBO
DCOT+ESLE	CMEN+GPRI+PRBU	ADCT+EOMI+MVAR+NCRY	ADNA+GBOB+NAS2+ULAN	ADSH+CMEN+EOMI+NQDJ	ADSH+EOMI+ESLE+NGRE	AMUS+CEUG+ESLE+NZBO	CEUG+CMEN+GPRI+PRBU	CMEN+GPRI+NAS2+PRBU
ESLE+GPRI	CMEN+NAS2+ULAN	ADCT+EOMI+NZBO+PRBU	ADNA+GPRI+NVDA+ULAN	ADSH+CMEN+ESLE+MVAR	ADSH+EOMI+ESLE+PRS1	AMUS+CEUG+NVDA+ULAN	CEUG+CMEN+NAS2+ULAN	CMEN+GPRI+NZBO+PRBU
ADCT+ADNA+AMUS	CMEN+NCTE+ULAN	ADCT+GBOB+MVAR+NCRY	ADNA+NVDA+PRS1+ULAN	ADSH+CMEN+ESLE+PRBU	ADSH+EOMI+ESLE+ULAN	AMUS+CMEN+EOMI+PRBU	CEUG+CMEN+NCTE+ULAN	CMEN+MVAR+NAS2+ULAN
ADCT+AMUS+CEUG	CMEN+PRS1+ULAN	ADCT+GBOB+MVAR+NZBO	ADPN+CEUG+EOMI+PRBU	ADSH+CMEN+GBOB+NQDJ	ADSH+EOMI+NESE+NQDJ	AMUS+CMEN+MVAR+PRBU	CEUG+CMEN+PRS1+ULAN	CMEN+MVAR+NCTE+ULAN
ADCT+AMUS+NCTE	CTRO+DCOF+DCOT	ADCT+GBOB+MVAR+PRBU	ADPN+CEUG+MVAR+PRBU	ADSH+CMEN+GBOB+ULAN	ADSH+EORU+NZBO+ULAN	AMUS+CMEN+NZBO+PRBU	CEUG+CTRO+EOMI+ESLE	CMEN+MVAR+PRS1+ULAN
ADCT+EOMI+NCRY	CTRO+DCOF+ESLE	ADCT+MVAR+NZBO+PRBU	ADPN+EOMI+NZBO+PRBU	ADSH+CMEN+GCLE+PRBU	ADSH+ESLE+FRA1+MVAR	AMUS+DCOF+DCOT+FRA1	CEUG+CTRO+ESLE+MVAR	CMEN+NAS2+PRBU+ULAN
ADCT+GBOB+NCRY	CTRO+ESLE+NESE	ADNA+ADSH+CMEN+ESLE	ADPN+MVAR+NZBO+PRBU	ADSH+CMEN+GPRI+MVAR	ADSH+ESLE+FRA1+NESE	AMUS+DCOF+NESE+NGRE	CEUG+CTRO+ESLE+PRBU	CMEN+NCTE+PRBU+ULAN
ADCT+GBOB+NZBO	CTRO+ESLE+PRBU	ADNA+ADSH+CMEN+NQDJ	ADSH+AMUS+CMEN+PRBU	ADSH+CMEN+GPRI+NAS2	ADSH+ESLE+FRA1+NZBO	AMUS+DCOT+FRA1+FRA2	CEUG+CTRO+FRA2+ULAN	CMEN+NESE+NGRE+ULAN
ADCT+GBOB+PRBU	CTRO+FRA2+ULAN	ADNA+ADSH+DCOF+ESLE	ADSH+AMUS+DCOF+NESE	ADSH+CMEN+GPRI+PRBU	ADSH+ESLE+FRA1+PRBU	AMUS+DCOT+FRA1+GDEC	CEUG+DCOF+FRA2+ULAN	CMEN+NESE+NVDA+ULAN
ADCT+MVAR+NCRY	DCOF+FRA2+ULAN	ADNA+ADSH+DCOF+NQDJ	ADSH+AMUS+DCOT+FRA2	ADSH+CMEN+MVAR+NQDJ	ADSH+ESLE+GBOB+NZBO	AMUS+EOMI+ESLE+NZBO	CEUG+DCOF+NAS2+ULAN	CMEN+PRBU+PRS1+ULAN
ADCT+NZBO+PRBU	DCOF+NAS2+ULAN	ADNA+ADSH+EORU+ULAN	ADSH+AMUS+GPRI+NCRY	ADSH+CMEN+NAS2+ULAN	ADSH+ESLE+GBOB+PRBU	AMUS+EOMI+NVDA+ULAN	CEUG+DCOT+FRA1+GDEC	CTRO+DCOF+DCOT+EOMI
ADNA+ESLE+ULAN	DCOT+EOMI+ESLE	ADNA+ADSH+ESLE+GBOB	ADSH+AMUS+NVDA+ULAN	ADSH+CMEN+NCTE+PRBU	ADSH+ESLE+GPRI+MVAR	AMUS+ESLE+MVAR+NZBO	CEUG+EOMI+ESLE+GPRI	CTRO+DCOF+DCOT+FRA1
ADPN+CEUG+PRBU	DCOT+ESLE+MVAR	ADNA+ADSH+ESLE+NESE	ADSH+ARPT+CMEN+ESLE	ADSH+CMEN+NCTE+ULAN	ADSH+ESLE+GPRI+NZBO	AMUS+FRA2+GPRI+NESE	CEUG+ESLE+GPRI+MVAR	CTRO+DCOF+DCOT+MVAR
ADPN+NZBO+PRBU	EOMI+ESLE+GPRI	ADNA+ADSH+ESLE+NGRE	ADSH+ARPT+CMEN+NQDJ	ADSH+CMEN+NESE+ULAN	ADSH+ESLE+MVAR+NCTE	AMUS+GPRI+MVAR+NPAL	CEUG+ESLE+GPRI+NZBO	CTRO+DCOF+EOMI+ESLE
ADSH+CMEN+ESLE	ESLE+GPRI+MVAR	ADNA+ADSH+ESLE+ULAN	ADSH+ARPT+DCOF+NQDJ	ADSH+CMEN+NQDJ+PRBU	ADSH+ESLE+MVAR+NGRE	AMUS+GPRI+NAMP+PRBU	CEUG+ESLE+NGRE+ULAN	CTRO+DCOF+ESLE+MVAR
ADSH+CMEN+NQDJ	ESLE+GPRI+NZBO	ADNA+ADSH+NESE+NQDJ	ADSH+ARPT+ESLE+NZBO	ADSH+CMEN+NVDA+ULAN	ADSH+ESLE+MVAR+PRS1	AMUS+GPRI+NAMP+PRS1	CEUG+ESLE+NZBO+ULAN	CTRO+EOMI+ESLE+NESE
ADSH+DCOF+ESLE	ESLE+NGRE+ULAN	ADNA+AMUS+ARPT+ESLE	ADSH+ARPT+ESLE+PRBU	ADSH+CMEN+PRBU+RABB	ADSH+ESLE+MVAR+ULAN	AMUS+GPRI+NAS2+PRBU	CEUG+ESLE+PRBU+ULAN	CTRO+EOMI+ESLE+PRBU
ADSH+DCOF+NQDJ	ESLE+NZBO+ULAN	ADNA+AMUS+CEUG+ESLE	ADSH+ARPT+GBOB+NQDJ	ADSH+CMEN+PRS1+ULAN	ADSH+ESLE+NGRE+PRBU	AMUS+GPRI+NESE+PRS1	CEUG+FRA2+SSEM+ULAN	CTRO+EOMI+FRA2+ULAN
ADSH+DCOT+GDEC	ESLE+PRBU+ULAN	ADNA+AMUS+CMEN+PRBU	ADSH+ARPT+GPRI+ULAN	ADSH+CTRO+DCOF+NESE	ADSH+FRA2+NAS2+ULAN	AMUS+GPRI+PRS1+ULAN	CEUG+GCLE+NRAN+PRBU	CTRO+ESLE+MVAR+NESE
ADSH+ESLE+FRA1	FRA2+SSEM+ULAN	ADNA+AMUS+ESLE+NZBO	ADSH+ARPT+NESE+NQDJ	ADSH+CTRO+NESE+RABB	ADSH+GBOB+GPRI+NCRY	AMUS+MVAR+NVDA+ULAN	CEUG+GDEC+NVDA+ULAN	CTRO+ESLE+MVAR+PRBU
ADSH+ESLE+GPRI	GCLE+NRAN+PRBU	ADNA+AMUS+GPRI+NAMP	ADSH+ARPT+NQDJ+NZBO	ADSH+DCOF+EOMI+ESLE	ADSH+GBOB+NESE+ULAN	AMUS+NVDA+PRBU+ULAN	CEUG+GLTC+NESE+NGRE	CTRO+FRA2+GPRI+ULAN
ADSH+ESLE+NCTE	GDEC+NVDA+ULAN	ADNA+AMUS+NVDA+ULAN	ADSH+ARPT+NQDJ+PRS1	ADSH+DCOF+EOMI+NQDJ	ADSH+GBOB+NQDJ+PRBU	ARPT+CEUG+ESLE+ULAN	CEUG+NAS2+NGRE+ULAN	CTRO+FRA2+MVAR+ULAN
ADSH+ESLE+NGRE	GLTC+NESE+NGRE	ADNA+ARPT+NVDA+ULAN	ADSH+ARPT+NVDA+ULAN	ADSH+DCOF+ESLE+MVAR	ADSH+GCLE+NRAN+PRBU	ARPT+CMEN+CTRO+DCOF	CEUG+NAS2+NVDA+ULAN	CTRO+GBOB+NESE+NGRE
ADSH+ESLE+PRS1	NAS2+NGRE+ULAN	ADNA+CEUG+ESLE+ULAN	ADSH+CEUG+CMEN+ESLE	ADSH+DCOF+ESLE+PRBU	ADSH+GDEC+NESE+PRBU	ARPT+CMEN+CTRO+EOMI	CEUG+NCTE+NVDA+ULAN	CTRO+NGRE+PRBU+ULAN
ADSH+ESLE+ULAN	NAS2+NVDA+ULAN	ADNA+CMEN+DCOF+ULAN	ADSH+CEUG+CMEN+NQDJ	ADSH+DCOF+FRA1+ULAN	ADSH+GDEC+PRBU+ULAN	ARPT+CMEN+CTRO+MVAR	CMEN+CTRO+DCOF+EOMI	DCOF+DCOT+FRA1+NCTE
ADSH+NESE+NQDJ	NCTE+NVDA+ULAN	ADNA+CMEN+GBOB+ULAN	ADSH+CEUG+DCOF+ESLE	ADSH+DCOF+FRA2+ULAN	ADSH+MVAR+NESE+NQDJ	ARPT+CMEN+GBOB+ULAN	CMEN+CTRO+DCOF+MVAR	DCOF+DCOT+FRA1+PRBU
AMUS+ARPT+ESLE	ADCT+ADNA+AMUS+EOMI	ADNA+CMEN+GPRI+MVAR	ADSH+CEUG+DCOF+NQDJ	ADSH+DCOF+GBOB+NQDJ	ADSH+NAS2+NGRE+ULAN	ARPT+CMEN+NCTE+ULAN	CMEN+CTRO+EOMI+MVAR	DCOF+EOMI+FRA2+ULAN
AMUS+CEUG+ESLE	ADCT+ADNA+AMUS+MVAR	ADNA+CMEN+GPRI+NAS2	ADSH+CEUG+DCOT+GDEC	ADSH+DCOF+MVAR+NQDJ	ADSH+NAS2+NVDA+ULAN	ARPT+CMEN+NVDA+ULAN	CMEN+DCOF+NESE+ULAN	DCOF+EOMI+NAS2+ULAN
AMUS+CMEN+PRBU	ADCT+AMUS+CEUG+EOMI	ADNA+CMEN+GPRI+PRBU	ADSH+CEUG+ESLE+FRA1	ADSH+DCOF+NAS2+ULAN	ADSH+NESE+NQDJ+NZBO	ARPT+EOMI+ESLE+ULAN	CMEN+DCOF+NGRE+ULAN	DCOF+FRA2+MVAR+ULAN
AMUS+ESLE+NZBO	ADCT+AMUS+CEUG+MVAR	ADNA+CMEN+NAS2+ULAN	ADSH+CEUG+ESLE+GPRI	ADSH+DCOF+NPAL+PRBU	ADSH+NESE+NQDJ+PRBU	ARPT+ESLE+MVAR+ULAN	CMEN+DCOF+NZBO+ULAN	DCOF+FRA2+NZBO+ULAN
AMUS+NVDA+ULAN	ADCT+AMUS+EOMI+NCTE	ADNA+CMEN+NCTE+ULAN	ADSH+CEUG+ESLE+NCTE	ADSH+DCOF+NQDJ+PRBU	ADSH+NESE+RABB+ULAN	ARPT+FRA2+GBOB+ULAN	CMEN+EOMI+GDEC+MVAR	DCOF+FRA2+PRBU+ULAN
ARPT+CMEN+CTRO	ADCT+AMUS+MVAR+NCTE	ADNA+CMEN+NESE+ULAN	ADSH+CEUG+ESLE+NGRE	ADSH+DCOF+NVDA+ULAN	ADSH+NPAL+NZBO+ULAN	ARPT+FRA2+NAS2+ULAN	CMEN+EOMI+GPRI+NAS2	DCOF+GPRI+NCTE+ULAN

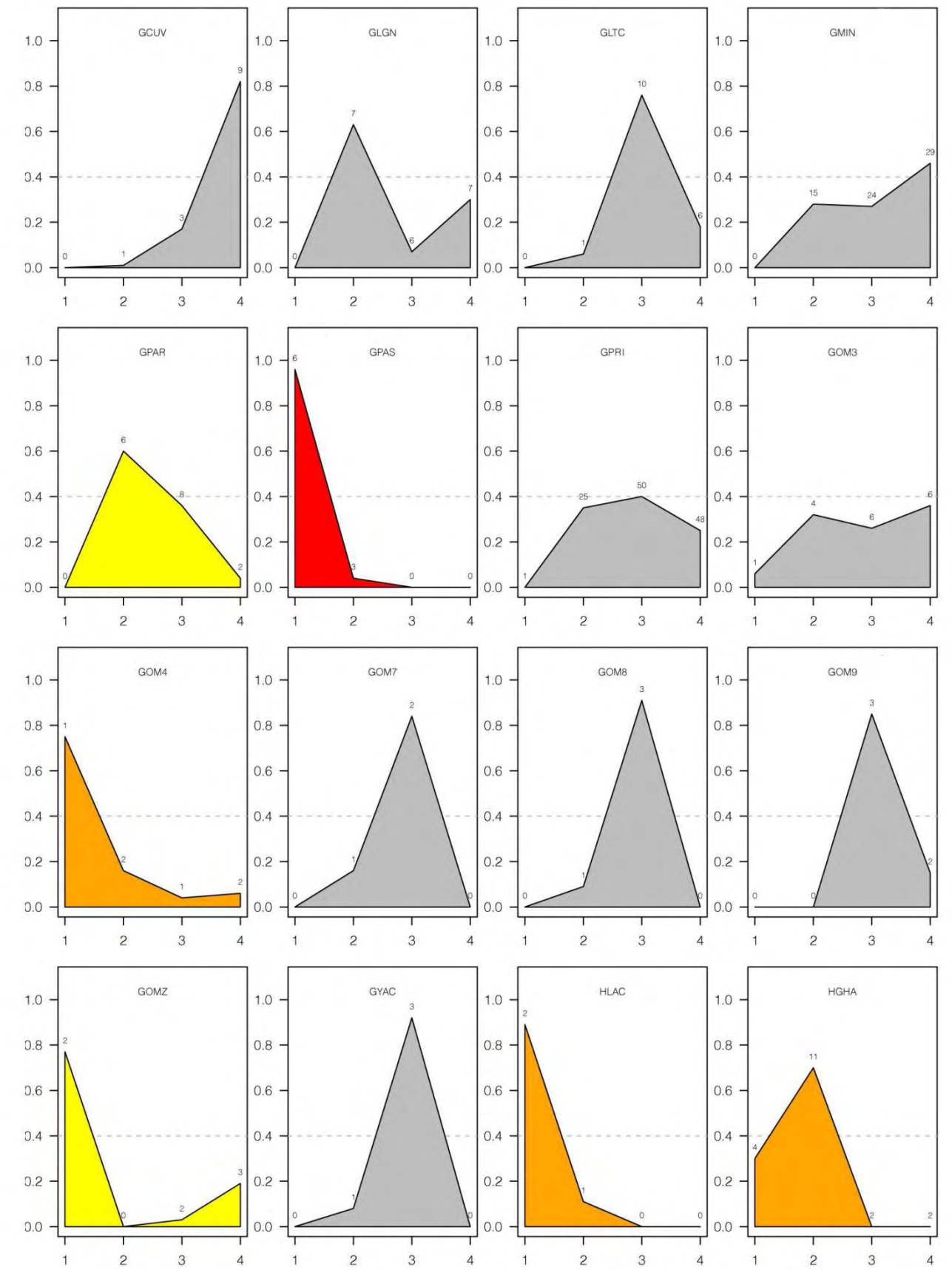
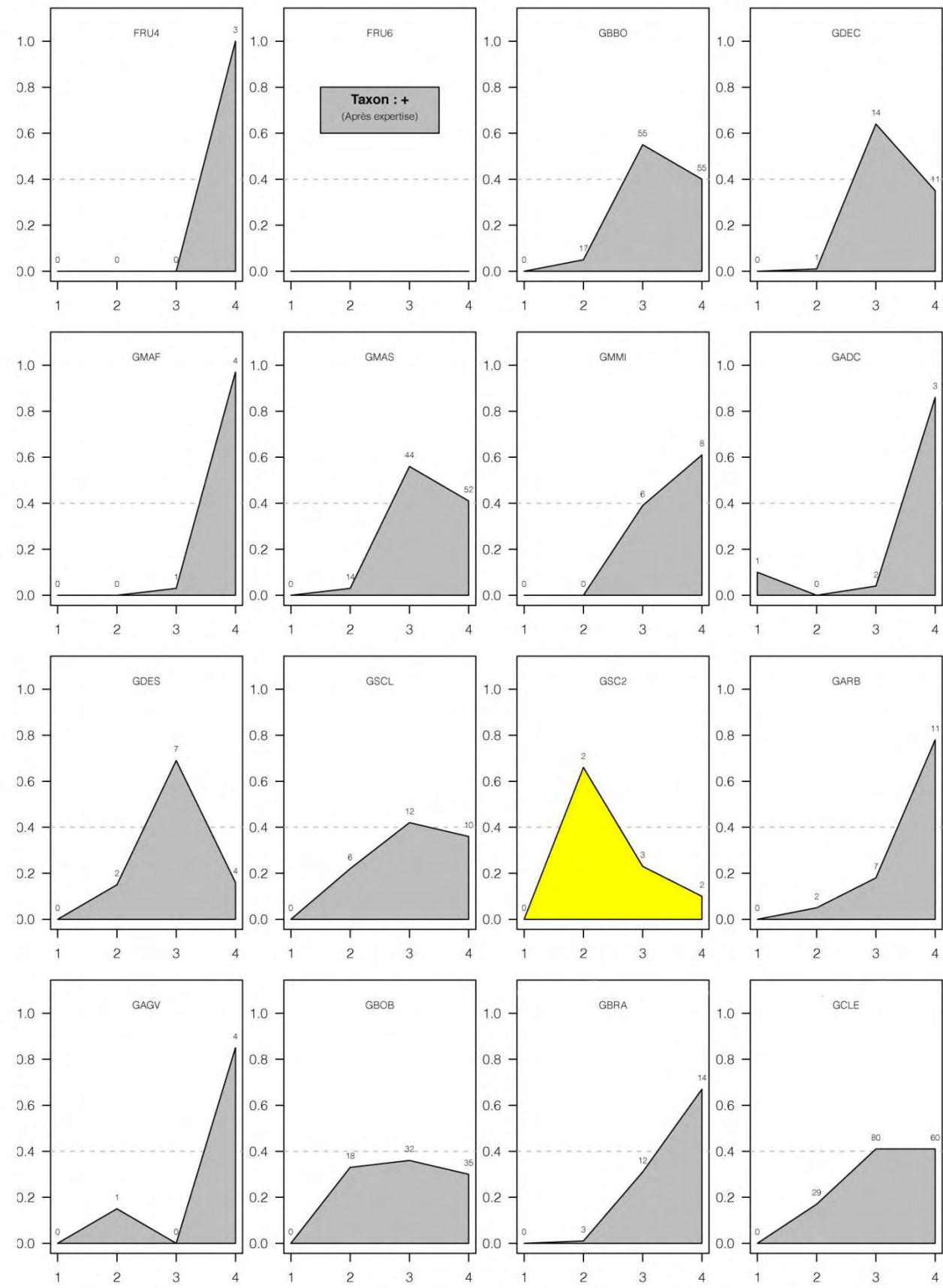
Groupe 21

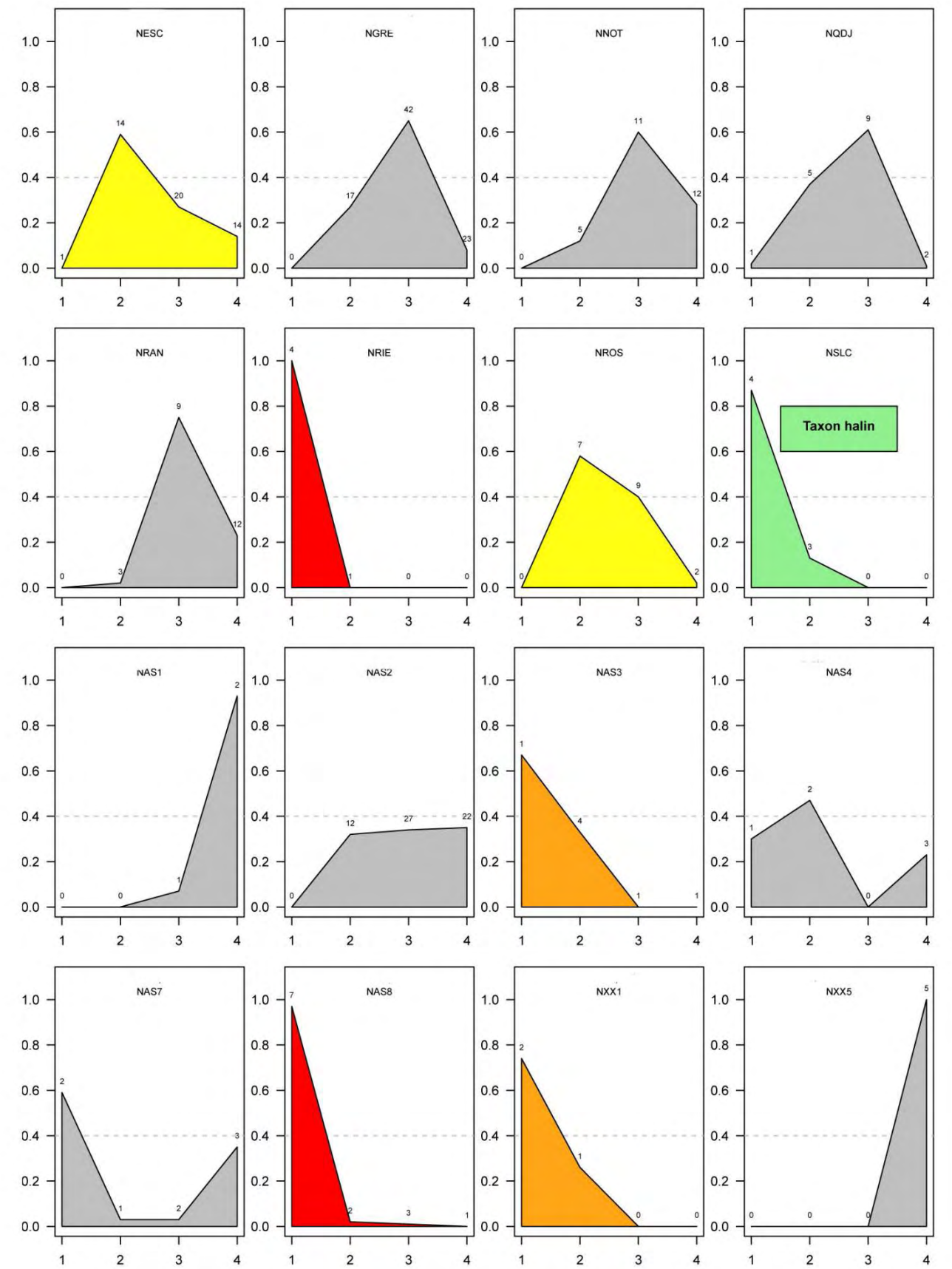
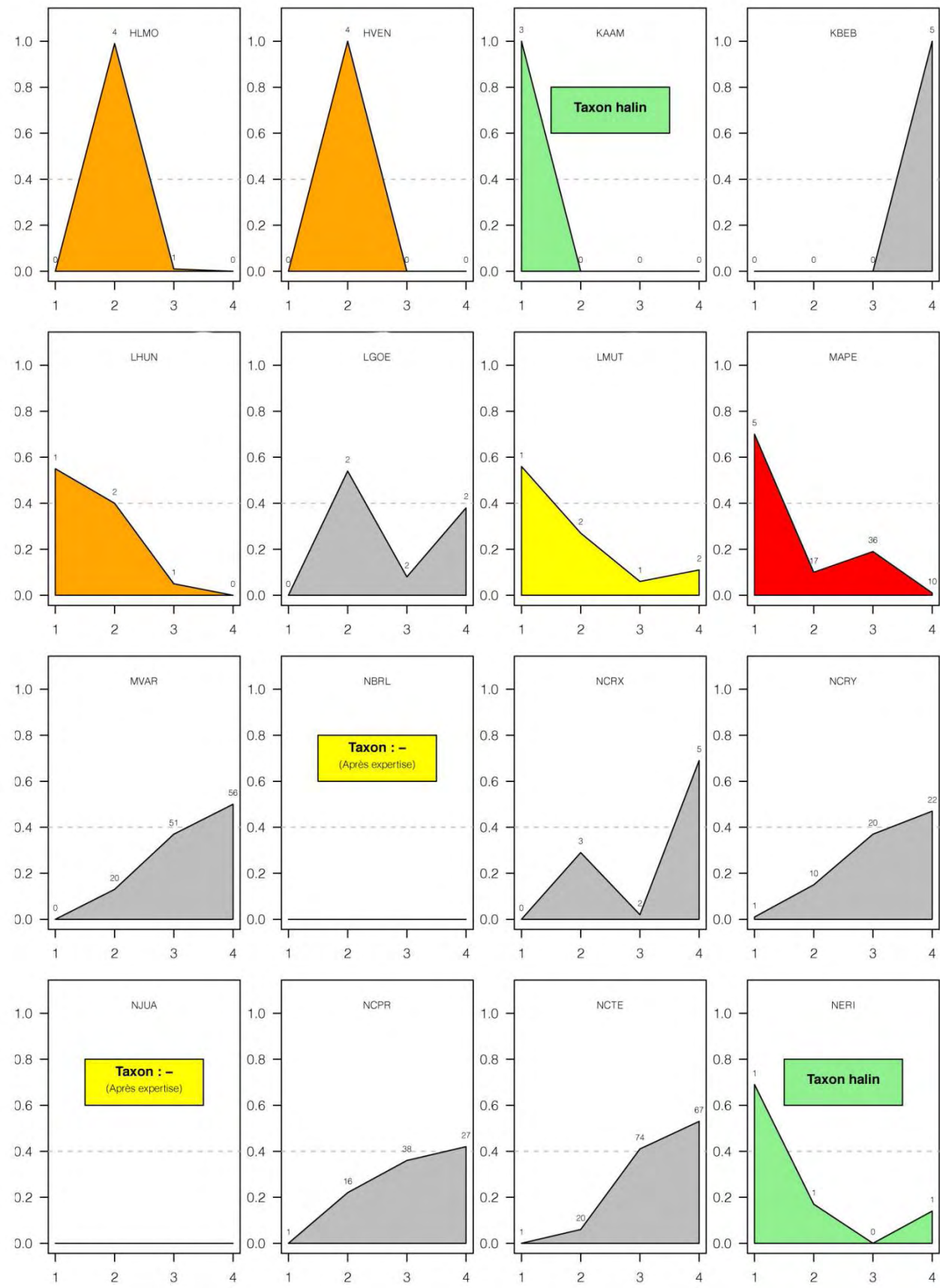
DCOF+GPRI+NGRE+ULAN	FRA2+NAS2+NZBO+ULAN
DCOF+GPRI+NPAL+PRBU	FRA2+NAS2+PRBU+ULAN
DCOF+MVAR+NVDA+ULAN	FRA2+NCTE+PRS1+ULAN
DCOF+NAS2+PRBU+ULAN	FRA2+NESC+NVDA+ULAN
DCOF+NCTE+NESC+ULAN	FRA2+NGRE+PRS1+ULAN
DCOF+NESC+NVDA+ULAN	FRA2+NVDA+PRS1+ULAN
DCOT+EOMI+ESLE+MVAR	FRA2+PRBU+RHIR+ULAN
DCOT+FRA1+GDEC+PRBU	GBOB+GPRI+NESC+PRS1
DCOT+FRA1+GDEC+PRS1	GBOB+GPRI+PRS1+ULAN
DCOT+GBOB+NESC+PRBU	GBOB+NESC+NGRE+ULAN
DCOT+GPRI+PRBU+PRS1	GCLE+MVAR+NRAN+PRBU
EOMI+ESLE+GPRI+MVAR	GCLE+MVAR+NVDA+ULAN
EOMI+ESLE+GPRI+NZBO	GDEC+MVAR+NVDA+ULAN
EOMI+ESLE+NGRE+ULAN	GDEC+NVDA+PRBU+ULAN
EOMI+ESLE+NZBO+ULAN	GDEC+PRBU+PRS1+ULAN
EOMI+ESLE+PRBU+ULAN	GLTC+NESC+NGRE+NZBO
EOMI+FRA2+SSEM+ULAN	GPRI+MVAR+NVDA+ULAN
EOMI+GCLE+NRAN+PRBU	GPRI+NAS2+NVDA+ULAN
EOMI+GDEC+NVDA+ULAN	GPRI+NCTE+PRS1+ULAN
EOMI+GLTC+NESC+NGRE	GPRI+NGRE+NVDA+ULAN
EOMI+GPRI+NPAL+ULAN	GPRI+NPAL+NZBO+PRBU
EOMI+NAS2+NGRE+ULAN	GPRI+NPAL+PRBU+PRS1
EOMI+NAS2+NVDA+ULAN	GPRI+NVDA+NZBO+ULAN
EOMI+NCTE+NVDA+ULAN	GPRI+PRS1+RHIR+ULAN
EOMI+NPAL+RABB+ULAN	MVAR+NCTE+NVDA+ULAN
ESLE+GPRI+MVAR+NZBO	MVAR+NPAL+PRBU+ULAN
ESLE+MVAR+NGRE+ULAN	NAS2+NGRE+PRBU+ULAN
ESLE+MVAR+NZBO+ULAN	NAS2+NVDA+PRBU+ULAN
ESLE+MVAR+PRBU+ULAN	NCTE+NGRE+NVDA+ULAN
ESLE+NGRE+PRBU+ULAN	NCTE+NVDA+NZBO+ULAN
FRA1+FRA2+GPRI+ULAN	NCTE+NVDA+PRBU+ULAN
FRA1+MVAR+NVDA+ULAN	NPAL+NZBO+PRBU+ULAN
FRA1+NGRE+PRBU+ULAN	
FRA1+NVDA+PRBU+ULAN	
FRA2+GBOB+NCTE+ULAN	
FRA2+GBOB+PRS1+ULAN	
FRA2+GBOB+RHIR+ULAN	
FRA2+GCLE+PRS1+ULAN	
FRA2+GPRI+NAS2+ULAN	
FRA2+GPRI+NVDA+ULAN	
FRA2+MVAR+SSEM+ULAN	

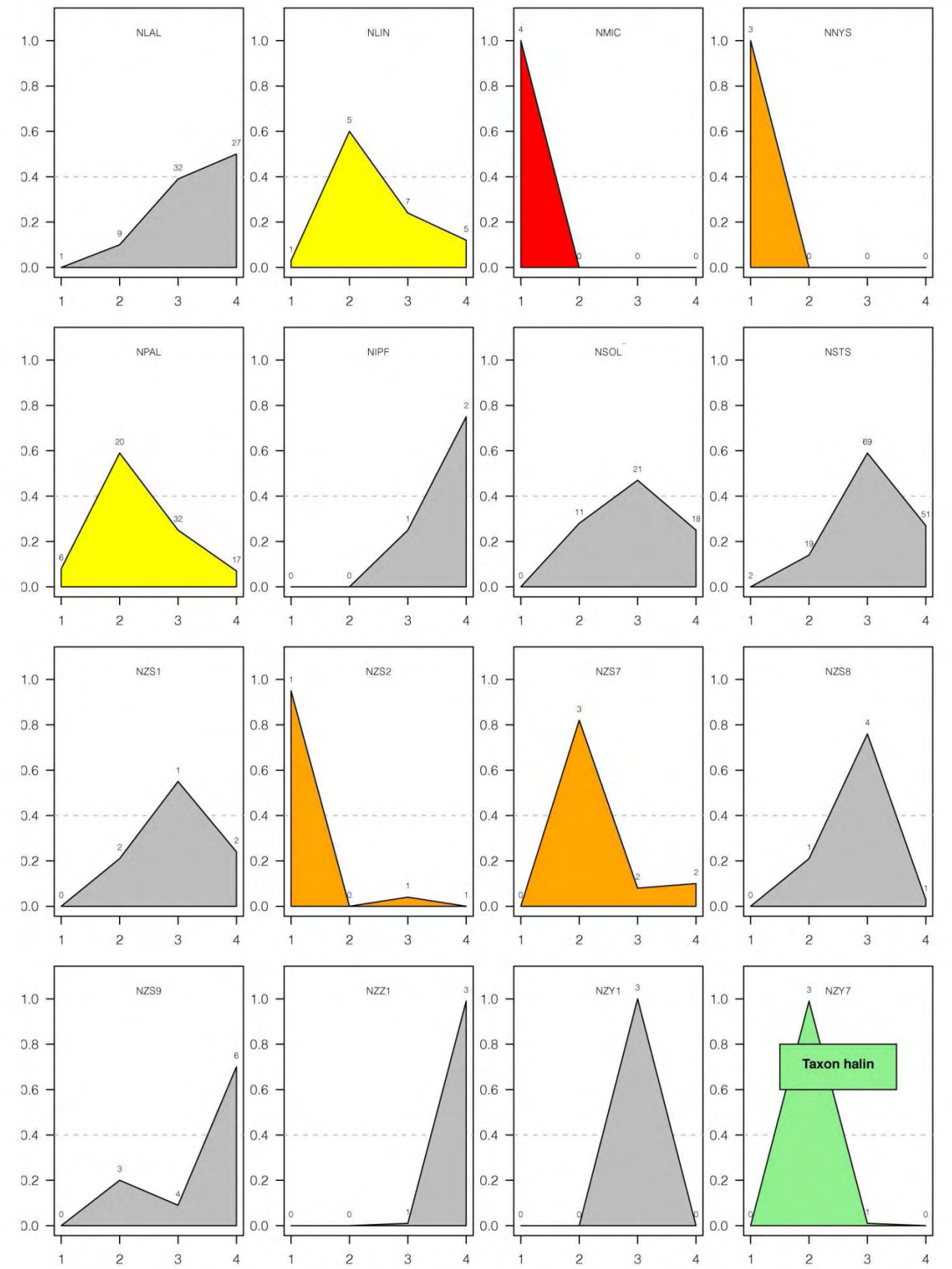
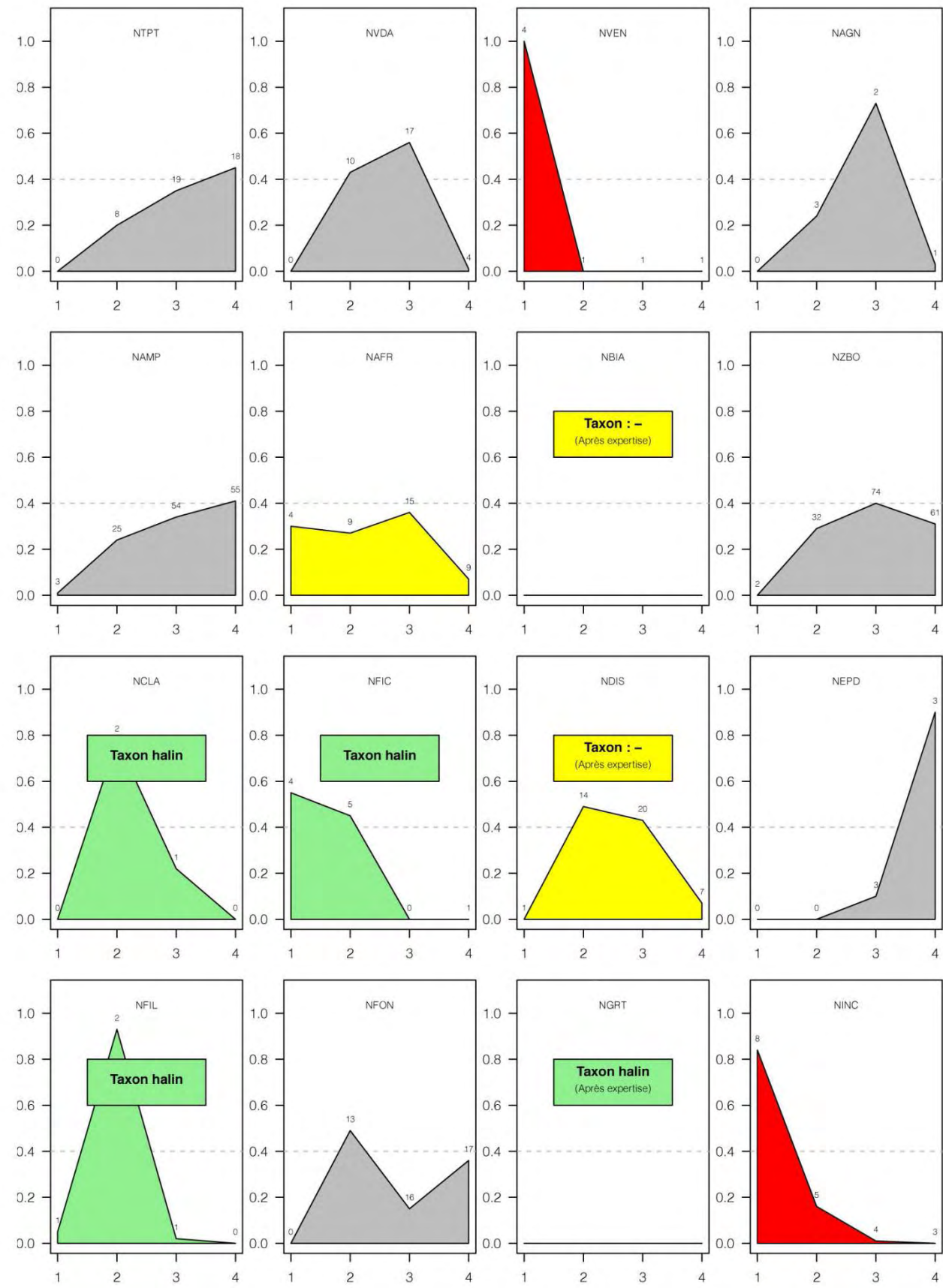
Annexe 7. Profils écologiques des taxons constitutifs de l'IDR (taxons⁺ : gris, taxons³⁻ : rouge, taxons²⁻ : orange, taxons⁻ : jaune, taxons halins : vert) (Boutry *et al.* 2013)

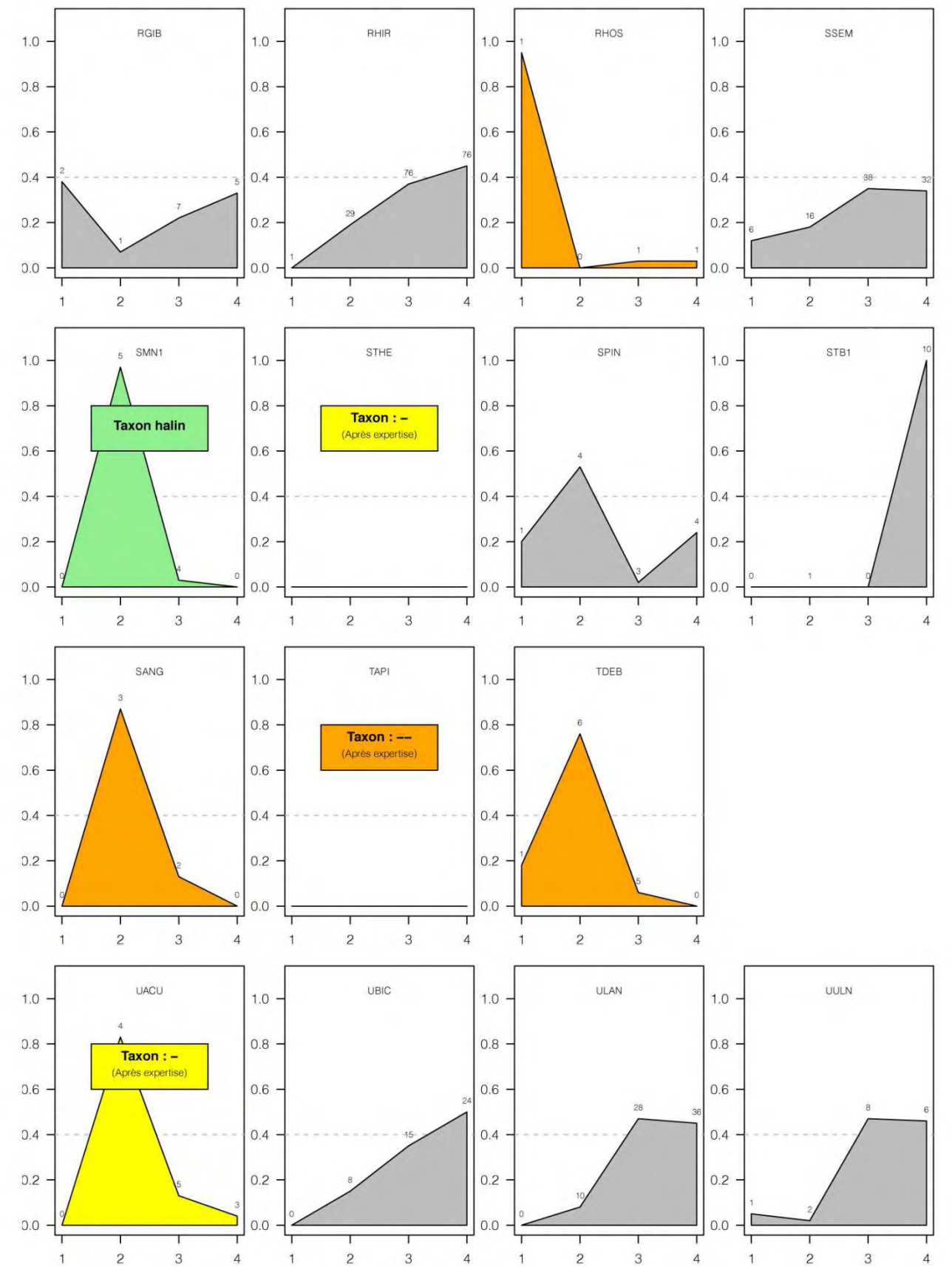
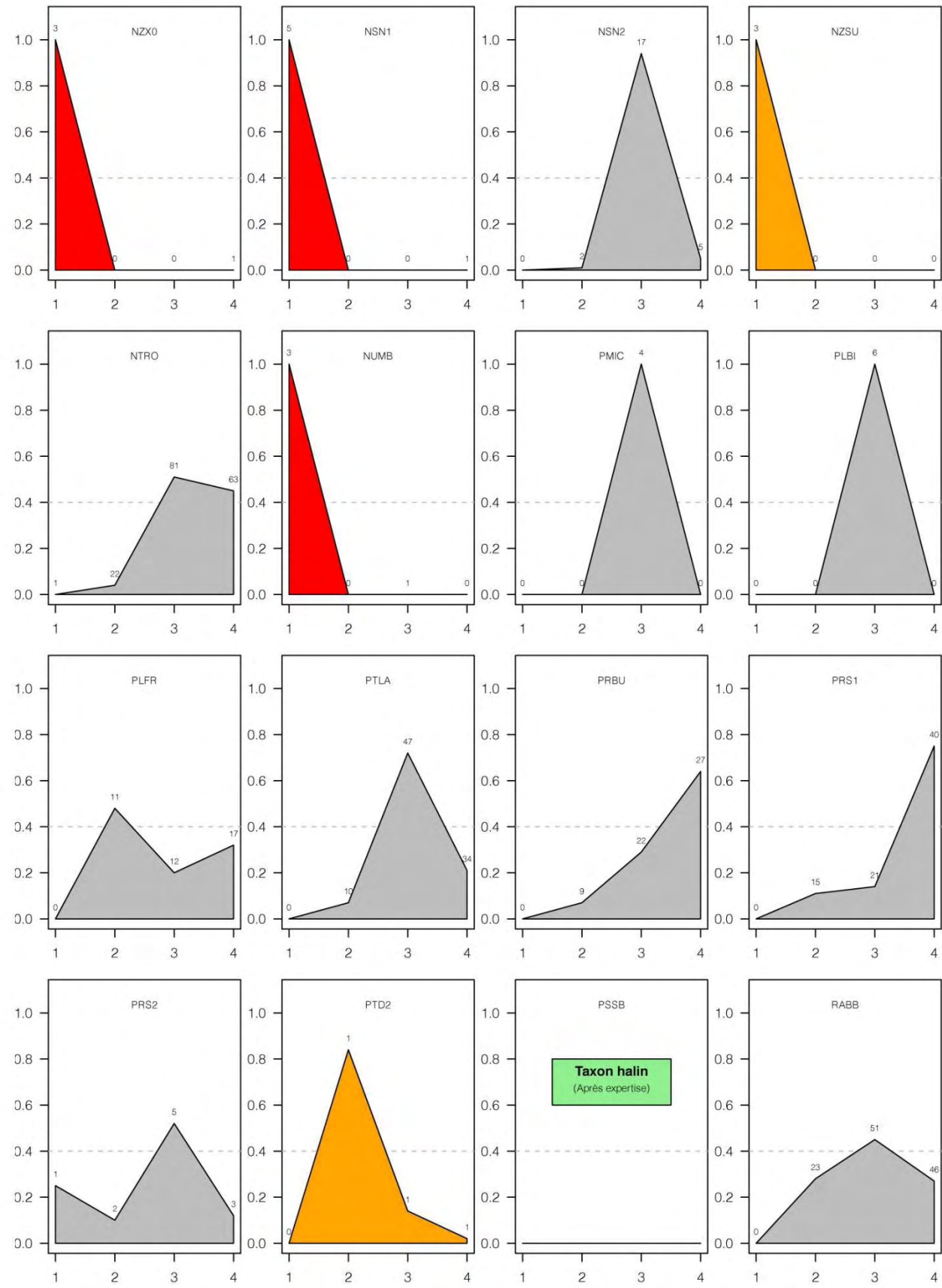




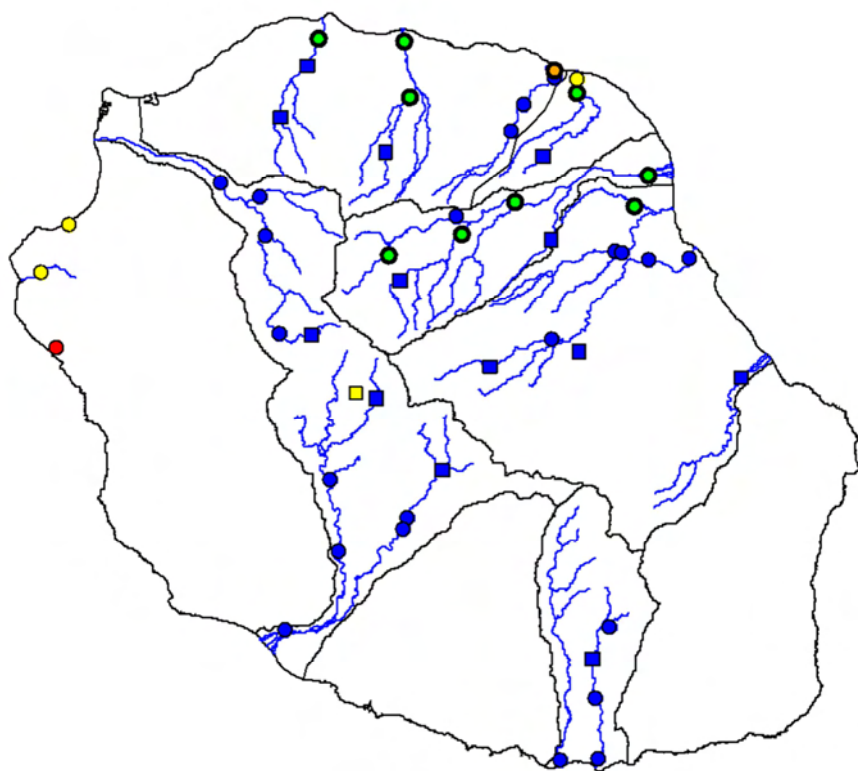




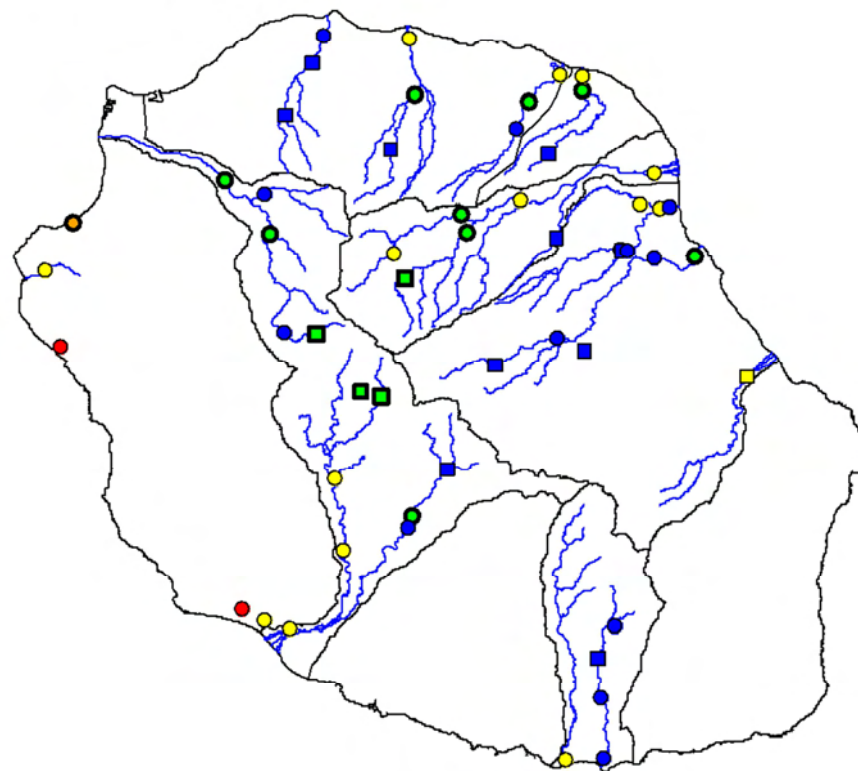




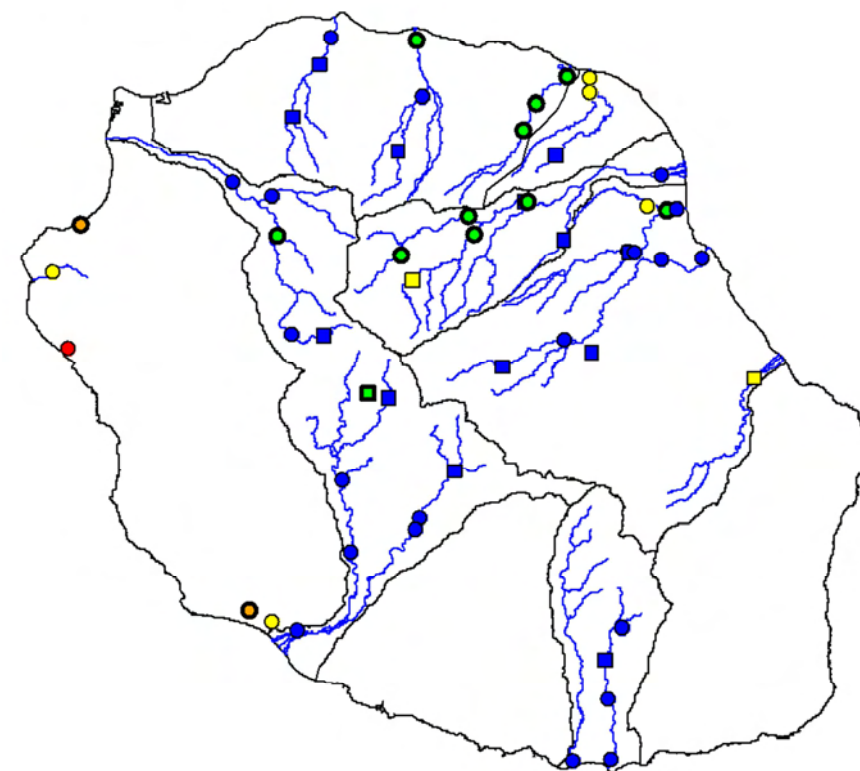
Campagne A



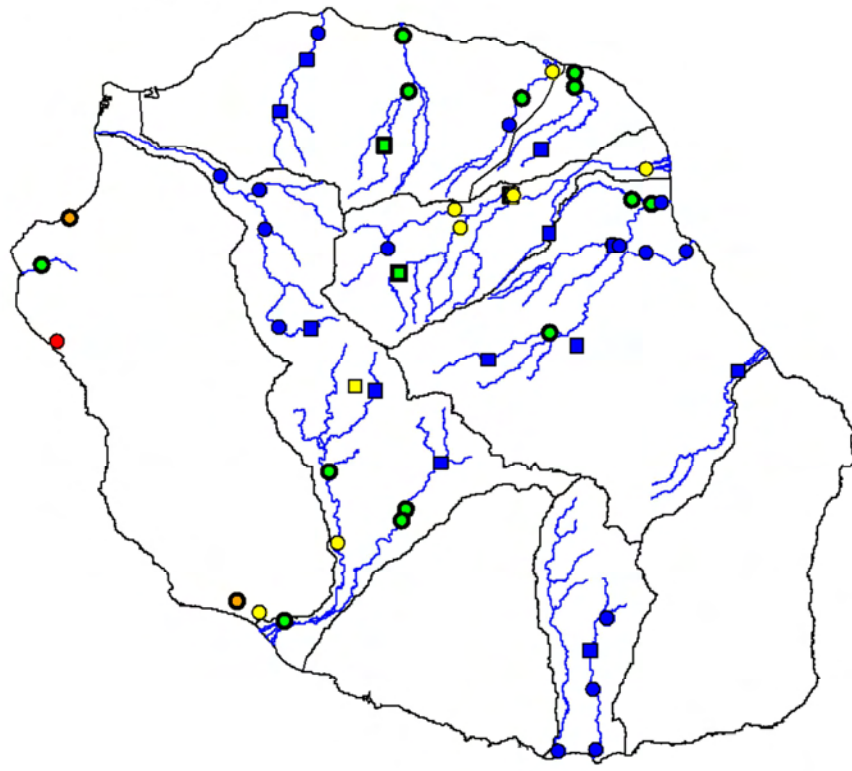
Campagne B



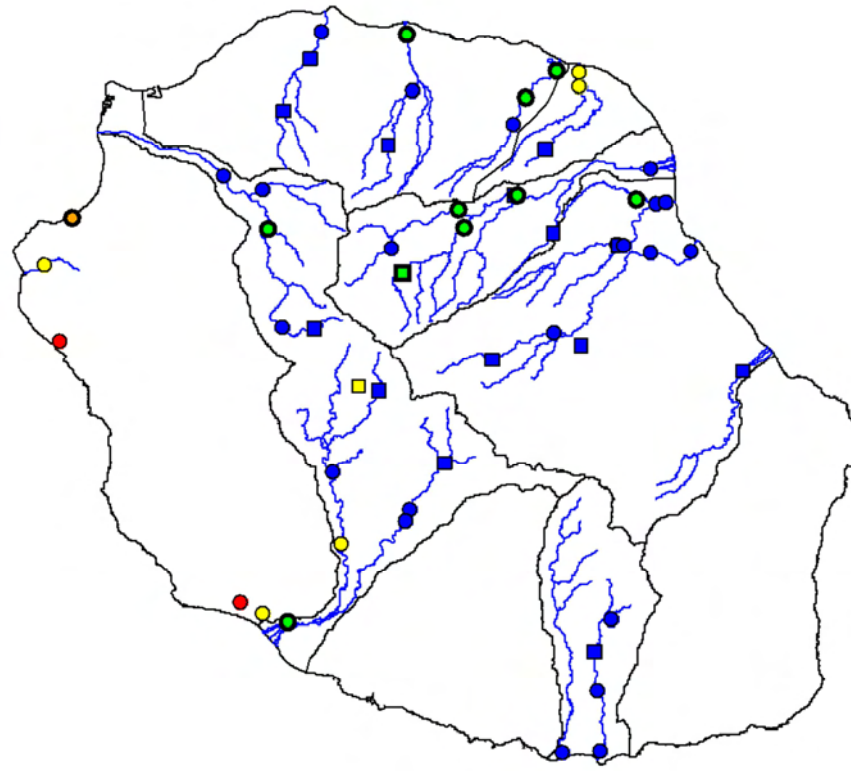
Campagne C



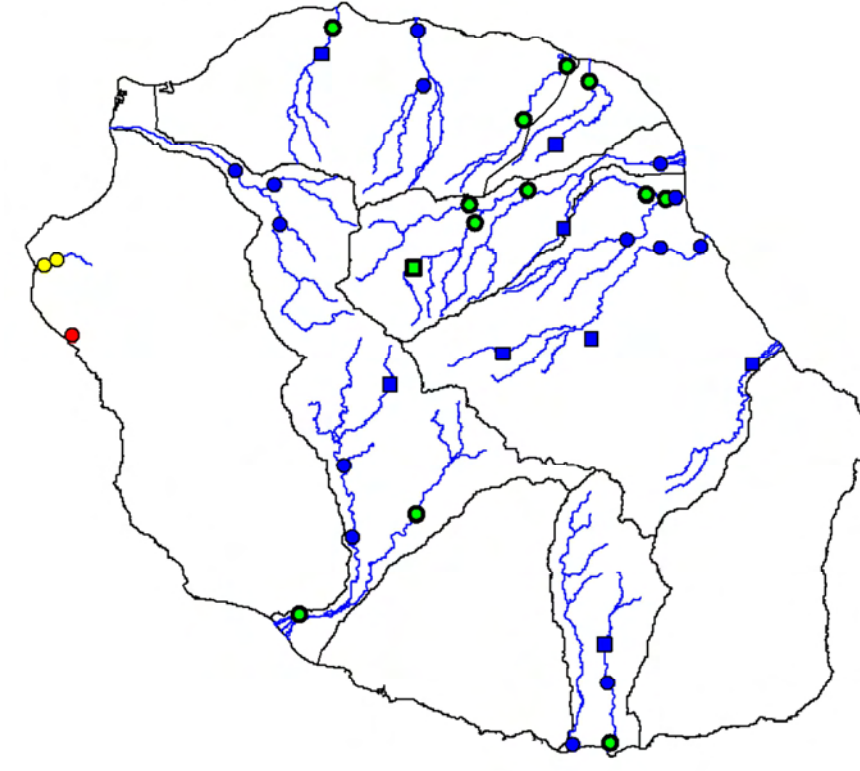
Campagne D



Campagne E



Campagne F



VOLUME 2

DIATOMEES EPILITHIQUES DES COURS D'EAU PERENNES DE L'ILE DE LA REUNION

***Iconographie et autoécologie des
taxons indicateurs et/ou dominants***

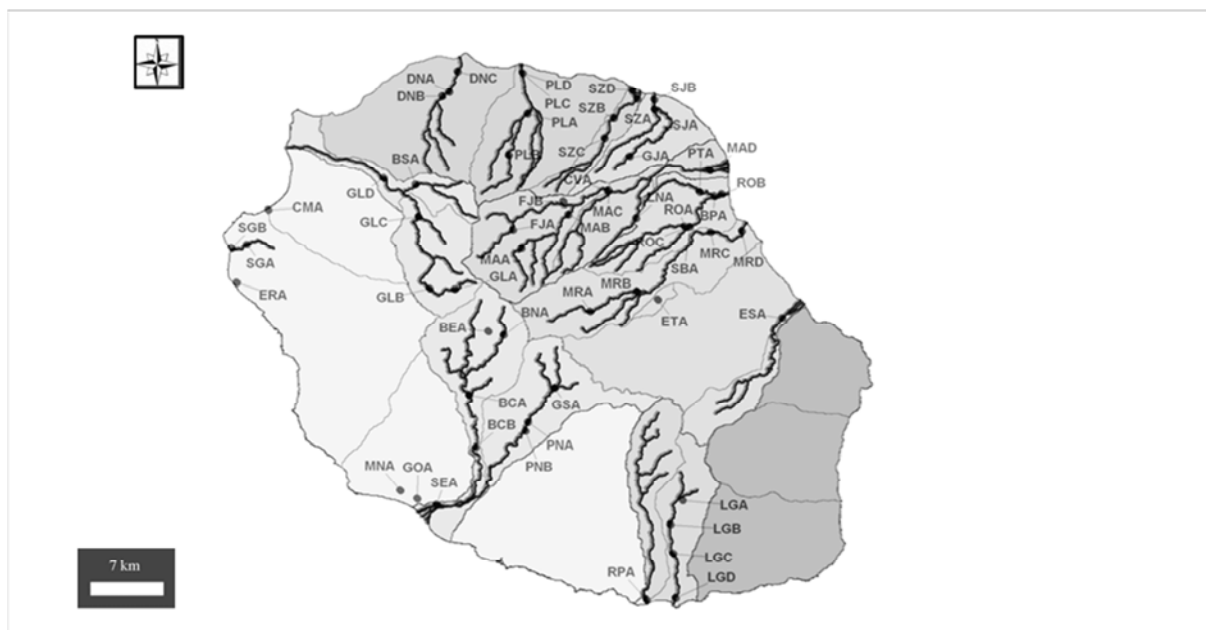
Les différents taxons présentés dans ce volume sont ceux présents à plus de 5 % dans au moins un inventaire et/ou faisant partie des espèces indicatrices définies par l'analyse IndVal « multipattern » du volume précédent. Des espèces comme *Gomphonema laticollum* ou encore *Encyonopsis cilaosensis* ne répondent pas à ces critères, mais ont tout de même été ajoutées, car La Réunion est leur localité type.

Chaque taxon sélectionné est replacé dans la classification (Monnier, 2009). Le nombre de taxons répertorié dans le genre est indiqué entre crochets après le nom de genre et pour chacun d'entre eux est indiqué :

- son code (qui peut être différent de celui trouvé dans le logiciel Omnidia (Lecointe *et al.* 1993), entre crochet, utilisé dans les inventaires, suivi d'un astérisque si le taxon fait partie de la liste définie par l'analyse IndVal « multipattern » (seuil IndVal de 0,3),
- son basionyme s'il est différent de son appellation actuelle,
- ses synonymes, s'ils existent,
- les données de morphométrie,
- ses préférences écologiques selon l'ARM et l'analyse IndVal « multipattern », l'appartenance aux taxons indicateurs d'alerte de l'IDR, synonymes d'une altération anthropique (taxons affectés d'une valeur négative pour le calcul de l'indice), et les valeurs des moyennes pondérées calculées pour 12 paramètres physico-chimiques pour les stations où des mesures ont été effectuées,
- son abondance relative maximale, son occurrence et sa moyenne des fréquences d'apparition,
- sa distribution à La Réunion (Abondance relative maximale par station),
- des vues en microscopie photonique et/ou en microscopie électronique.

La barre d'échelle sur les planches en microscopie photonique représente 10 µm sauf contre-indication. Les échelles sur les vues en microscopie électronique sont toujours indiquées.

Sur les cartes de distribution, le drapeau représente l'absence du taxon dans le relevé et le diamètre des cercles augmente selon l'abondance relative maximale trouvée sur la station (3 classes d'abondance relative, de 0,2 % à 2 %, de 2 % à 10 % et supérieure à 10 %). Les stations représentées suivent la nomenclature de la figure ci-dessous.



Code station	Intitulé station	Code station	Intitulé station
BCA	Le Grand Bras de Cilaos au Pavillon	MAB	La Rivière du Mât à Salazie (amont barrage ILO)
BCB	Le Bras de Cilaos à Ilet Furcy	MAC	La Rivière du Mât à l'Escalier
BEA	Le Bras des étangs aux anciens themes	MAD	La Rivière du Mât à l'embouchure (Bras de Pierre)
BNA	Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec)	MNA	La Ravine du Maniron au Plateau du Gol
BPA	Le Bras Panon aux Avocats	MRA	La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)
BSA	Le Bras de Sainte-Suzanne à Mafate (amont captage ILO)	MRB	La Rivière des Marsouins à Takamaka 1
CMA	La Ravine du Cimetière à Saint-Paul	MRC	La Rivière des Marsouins à Bethléem
CVA	Le Bras de Caverne amont confluence Rivière du Mât	MRD	La Rivière des Marsouins 50 m aval RN2
DNA	La Rivière Saint-Denis (amont captage AEP)	PLA	La Rivière des Pluies à l'let Quinquina (amont canal la Mare)
DNB	La Rivière Saint-Denis à l'aplob d'Ilet à Guillaume	PLB	La Rivière des Pluies à l'aplob du piton Tanan (gorge aval Ravine Diable)
DNC	La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San	PLC	La Rivière des Pluies (embouchure)
ERA	La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage	PLD	La Rivière des Pluies au Pont Neuf (Pont métallique ex RN2)
ESA	La Rivière de l'Est aval	PNA	Le Bras de la Plaine (amont captage SAPHIR)
ETA	La Ravine de l'Étang de Grand Etang	PNB	Le Bras de la Plaine à l'let du Bras Sec (aval puits AEP)
FJA	La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52	PTA	Le Bras Pétard Libéria
FJB	La Rivière Fleurs Jaunes à Salazie (amont barrage ILO)	ROA	La Rivière des Roches à Mon Désir
GJA	Le Grand Bras de la Grande Rivière Saint-Jean (captage AEP)	ROB	La Rivière des Roches à Beauvallon (amont radier)
GLA	La Rivière des Galets à Marla	ROC	La Rivière des Roches à Abondance
GLB	La Rivière des Galets à Trois Roches	RPA	La Rivière des Remparts Le Butor
GLC	La Rivière des Galets à Mafate (amont captage ILO et amont confluence Bras d'Oussy)	SBA	Le Grand Bras à l'Olympe (amont confluence Rivière des Roches)
GLD	La Rivière des Galets à l'let Mahlé	SEA	La Rivière Saint-Etienne à la Chapelle
GOA	La Ravine du Gol à Bel Air	SGA	La Ravine Saint Gilles au captage du verrou
GSA	Le Bras de Sainte-Suzanne à Grand Bassin (600 m amont cascade)	SGB	La Ravine Saint Gilles au pont RN1
LGA	La Ravine des sept bras à Cap Blanc	SJA	La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français
LGB	La Rivière Langevin (Cascade Grand Galet)	SJB	La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge
LGC	La Rivière Langevin à la Passerelle	SZA	La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara)
LGD	La Rivière Langevin à Langevin (bassin Tamarin)	SZB	La Rivière Sainte-Suzanne (amont cascade Niagara)
LNA	Le Bras des Liânes à Bellevue les Hauts	SZC	La Rivière Sainte-Suzanne au Bassin Grondin
MAA	La Rivière du Mât à l'let à Vidot	SZD	La Rivière Sainte-Suzanne au Village Desprez

Figure 1 : Localisation des différentes stations et correspondance avec les codes station.

La classification des diatomées suit le Code international de nomenclature pour les algues, les champignons et les plantes (CIN), le dernier en vigueur est celui de Melbourne en juillet 2011 (McNeill *et al.*, 2012).

Le « Catalogue of Diatom Names » de l'Académie des Sciences de Californie a été utilisé pour certaines informations sur les taxons. (Catalogue of Diatom Names. Compiled by Elisabeth Fourtanier et J. Patrick Kociolek).

(<http://research.calacademy.org/research/diatoms/names/index.asp>).

L'historique des publications scientifiques sur les diatomées à La Réunion

Dans cette zone géographique, des articles sur les diatomées d'eau douce ont surtout concerné l'île Maurice et les Seychelles (Coste & Ricard 1982) ou Madagascar (Metzeltin & Lange-Bertalot 2002). Par contre la littérature scientifique concernant spécifiquement les diatomées de l'île de La Réunion est encore pauvre et éparse. Il y a eu des prospections sur le phytoplancton d'eau douce sur La Réunion (Bourrelly & Couté 1986) mais les diatomées en étaient exclues.

Néanmoins quelques espèces y ont déjà été décrites de façon récente ou relativement récente :

- *Cyclotella mascarenica*, Klee, Houk & Bielsa 2000 recombinaison en *Discostella mascarenica* (Klee, Houk & Bielsa) Houk & Klee 2004. Cette espèce est plutôt rencontrée en milieu lentique (Mare à Poule d'Eau),
- *Gomphonema bourbonense* Reichardt, 1997,
- *Gomphonema laticollum* Reichardt 2001,
- *Geissleria bourbonensis* Le Cohu, Ten Hage & Coste 2009
- *Geissleria creolorum* Le Cohu 2009
- *Geissleria mafatensis* Le Cohu, Ten Hage & Coste 2009
- *Geissleria mascarenicensis* Le Cohu, Ten Hage & Coste 2009
- *Pinnularia bartii* D. Metzeltin, H. Lange-Bertalot & F. García-Rodríguez 2005, dont le type est décrit à partir d'une population d'Uruguay et coïncide avec une population de La Réunion.

Récemment, lors de ce travail de thèse, *Kobayasiella bebourensis* Le Cohu, Gassiole & Coste 2012, *Achnanthidium palmeti* Gassiole, Le Cohu & Coste 2013, *Encyonopsis cilaosensis* Le Cohu, Gassiole (accepté), *Encyonopsis palmeti* Gassiole & Le Cohu (accepté) et *Crucicostulifera bebourensis* Coste, Le Cohu & Gassiole (accepté) et ont été décrits.

Quelques autres ont été citées comme accompagnatrices de ces espèces décrites, par exemple *Gomphonema clevei* Fricke (Reichardt 2005, Le Cohu *et al.* 2009) ou comme *Nitzschia tropica* Hustedt 1949 (Le Cohu *et al.* 2009).

Sur quelques planches iconographiques de diverses flores, certains taxons provenant de stations de La Réunion ont été photographiés comme dans la Süßwasserflora von

Mitteleuropa avec *Gomphonema clevei* (tome 1, planche 86, fig. 5-8) (Krammer & Lange-Bertalot 1986), ou comme dans l'Iconographia Diatomologica volume 8 (Reichardt 1999) avec *Gomphonema affine* Kützing var. *affine* (planche 7, fig. 4-8, planche 8, fig. 11-14), *Gomphonema affine* var. *rhombicum* Reichardt (planche 10, fig. 9), *Gomphonema spec.* (planche 11, fig. 13).

Division **Bacillariophyta** Haeckel 1878

Subdivision **Coscinodiscophytina** Medlin et Kaczmarska 2004

Classe **Coscinodiscophyceae** Round et Crawford in Round *et al.* 1990, emend. Medlin et Kaczmarska 2004

Sous-classe **Coscinodiscophycidae** Round et Crawford in Round *et al.* 1990

Ordre **Melosirales** Crawford in Round *et al.* 1990

Famille **Melosiraceae** Kützing 1844 emend. Crawford in Round *et al.* 1990

Genre **Melosira** Agardh 1824 [1]

Généritype : *Melosira nummuloides* Agardh 1824

***Melosira varians* Agardh 1827 [MVAR] ***

Synonyme : *Lysigonium varians* (Agardh) De Toni 1892

Morphométrie : diamètre (µm) : 12–42 ; hauteur (µm) : 6–16

Préférences écologiques

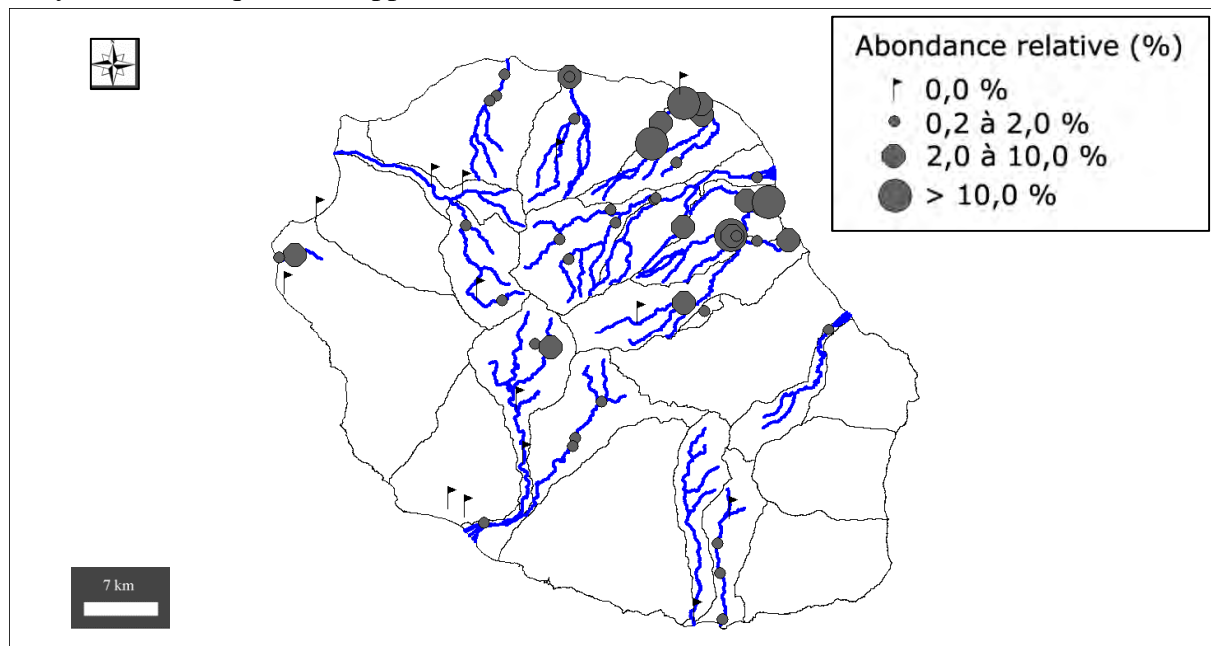
IndVal « Multipattern » : 8 + 16 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,02 (0,02). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,13 (0,77). Taux de saturation en oxygène (%) : 96,0 (9,4). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,04 (0,05). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,09 (0,49). Phosphore total (mg(P)/L) : 0,05 (0,05). Calcium (mg(Ca)/L) : 6,37 (4,14). Chlorures (mg(Cl)/L) : 5,52 (2,81). Conductivité (µS/cm) : 87,4 (43,5). pH (unité pH) : 7,7 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,96 (4,59). Titre alcalimétrique complet (°f) : 3,55 (1,91).

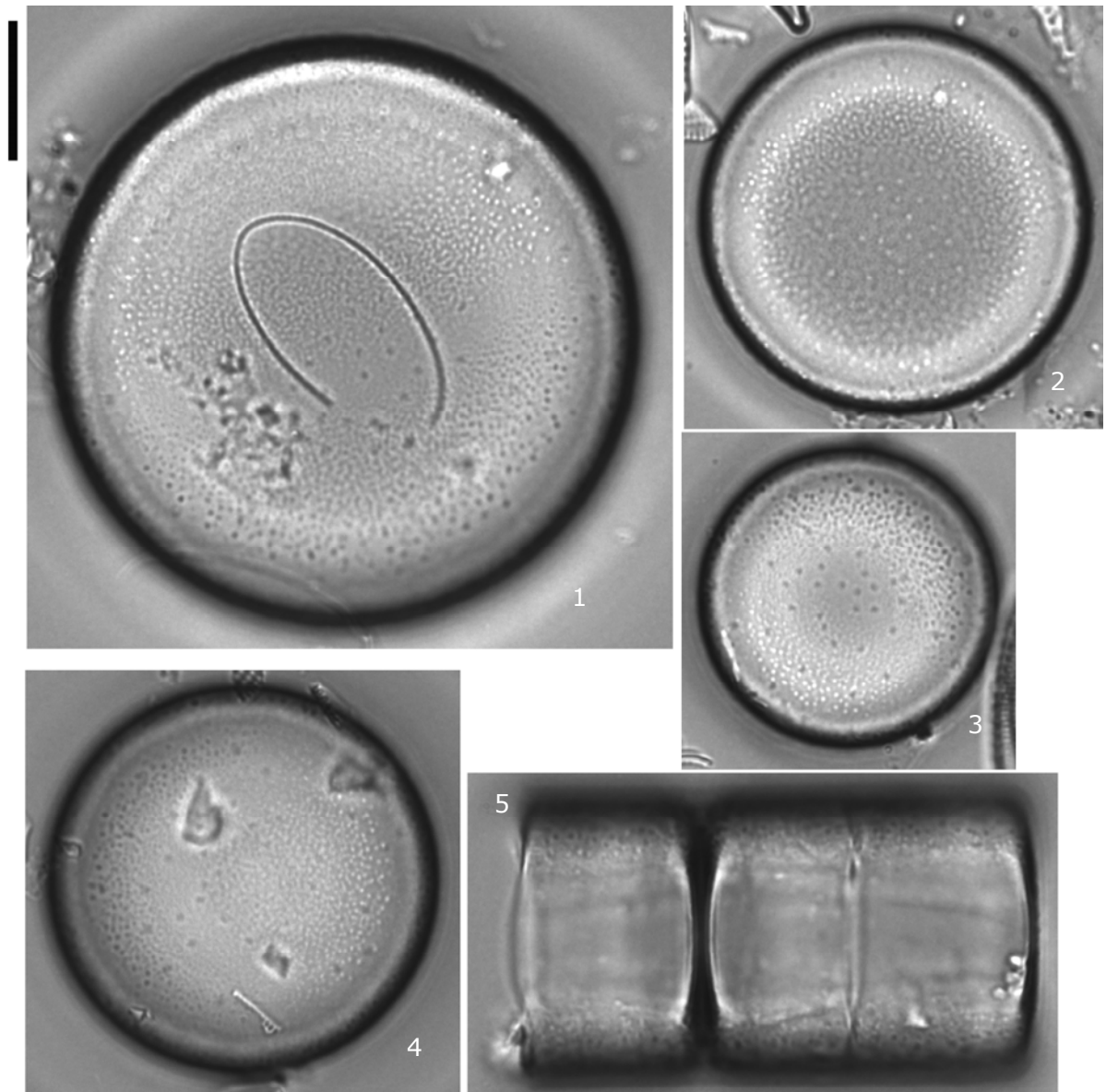
Distribution

Occurrence : 151. Abondance relative maximale (%) : 19,2.

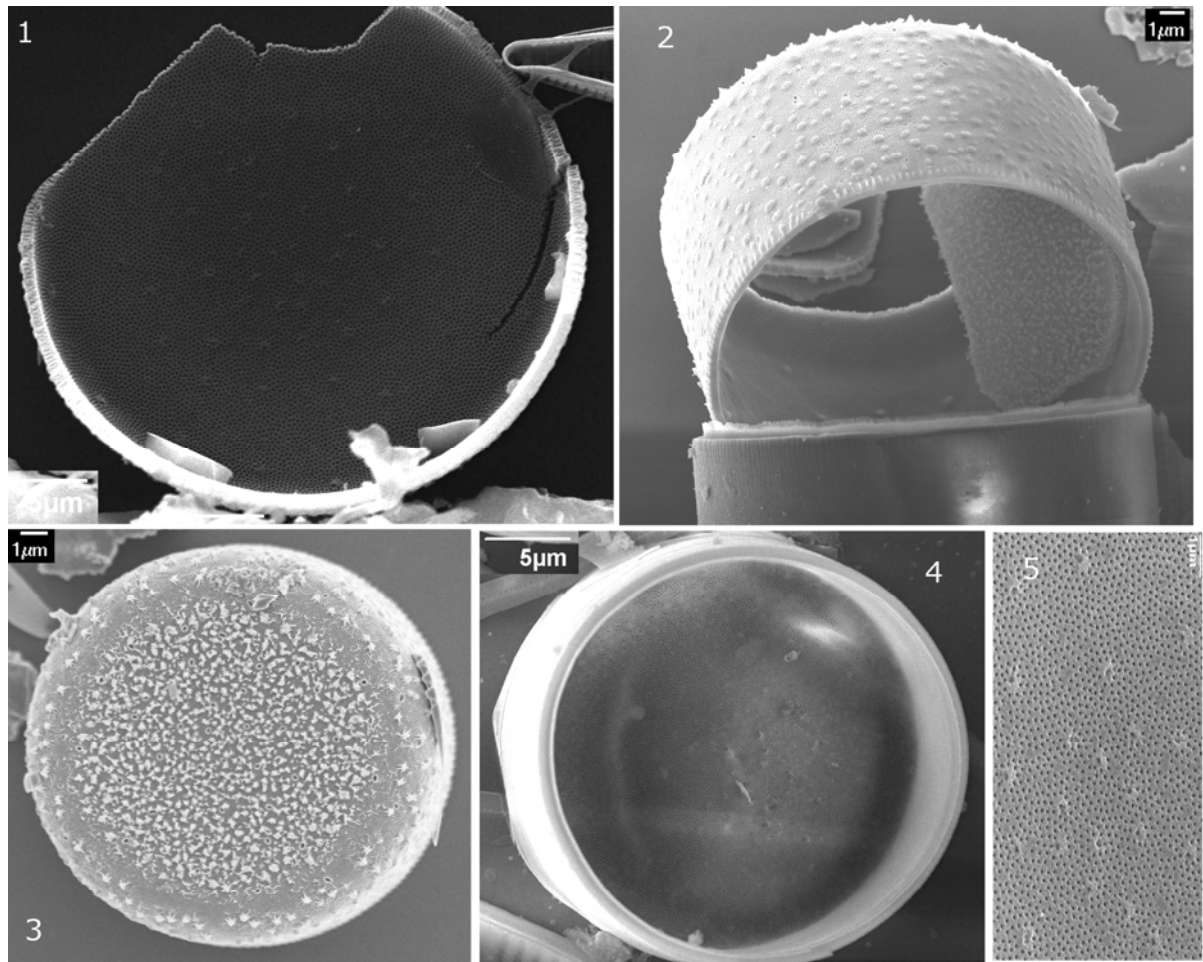
Moyenne des fréquences d'apparition 2,20



Planches



Microscopie photonique. *Melosira varians* 1–4 vues valvaires. 5 vue connective. 1–5 Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Melosira varians* 1 vue interne, valve. 2 vue connective. 3 vue externe, valve. 4 vue interne, valve. 5 vue interne, détail. 1,5 Le Bras de la Plaine en amont captage SAPHIR) – Novembre 2008. 2 Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Avril 2009. 3 La Rivière des Remparts à Le Butor – Avril 2010. 4 Le Bras Panon aux Avocats – Avril 2009.

Subdivision **Bacillariophytina** Medlin et Kaczmarska 2004
Classe **Mediophyceae** (Jousé et Proshkina–Lavrenko) Medlin et Kaczmarska 2004
Sous-classe **Thalassiosirophycidae** Round et Crawford in Round *et al.* 1990
Ordre **Thalassiosirales** Glezer et Makarova 1986
Famille **Stephanodiscaceae** Glezer et Makarova 1986

Genre *Cyclotella* (Kützing) Brébisson 1838 [3]

Généritype : *Cyclotella distinguenda* Hustedt 1927

Cyclotella atomus Hustedt 1937 [CATO] *

Morphométrie : diamètre (μm) : 5,3–7,0 ; nombre de stries en 10 μm : 16–20

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 11

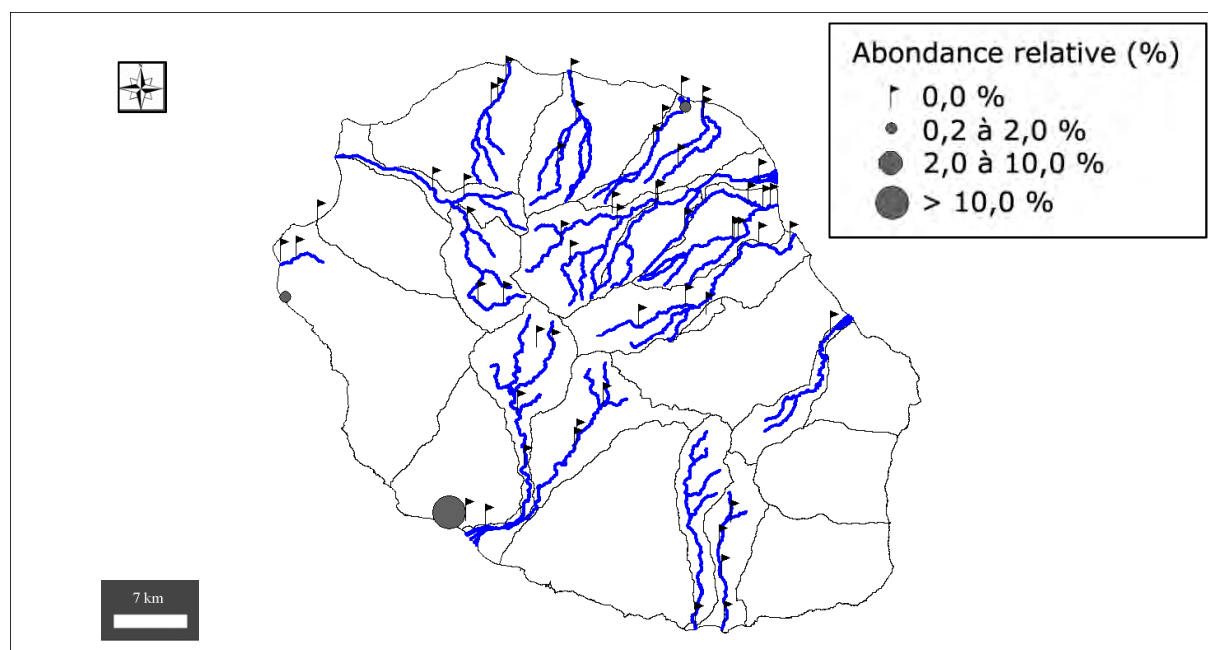
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,73 (1,59). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 12,77 (8,74). Taux de saturation en oxygène (%) : 46,6 (11,5). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 1,40 (0,59). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 2,79 (1,74). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,64 (0,20). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 33,56 (6,03). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 123,46 (52,01). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 1273,5 (350,2). pH (unité pH) : 7,8 (0,2). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 58,31 (19,39). Titre alcalimétrique complet (°f) : 42,31 (14,09).

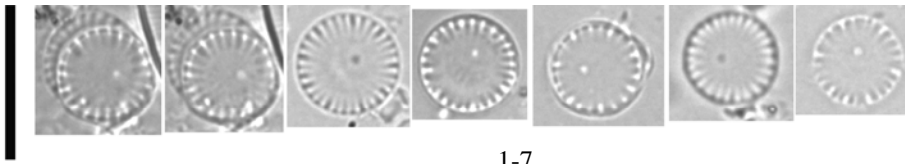
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 15,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 4,90.

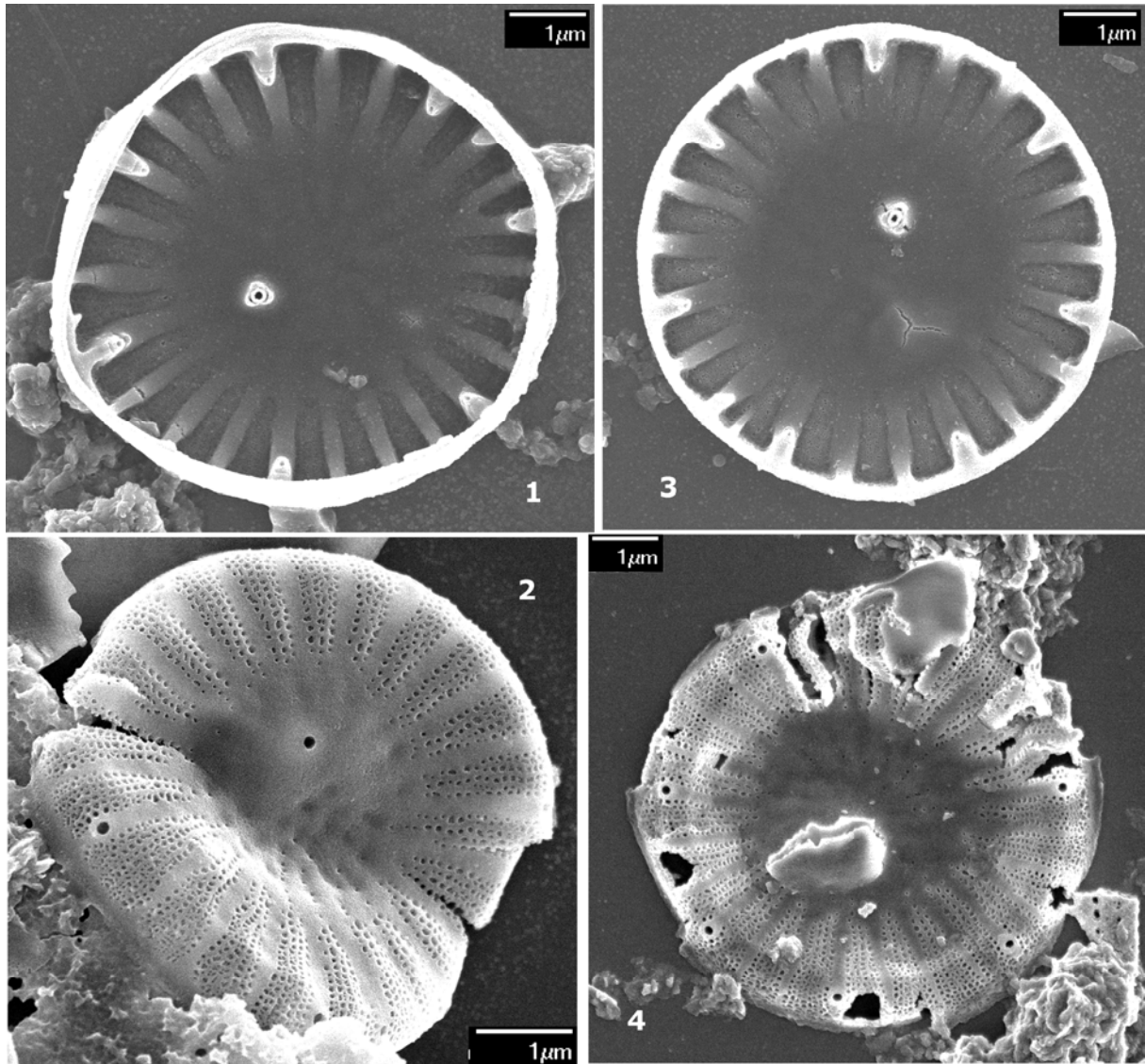


Planches



1-7

Microscopie photonique. *Cyclotella atomus* 1-7 vues valvaires. 1-7 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Avril 2010.



Microscopie électronique. *Cyclotella atomus* 1,3 vue interne. 2,4 vue externe. 1-4 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Avril 2010.

***Cyclotella meneghiniana* Kützing 1844 [CMEN] ***

Synonymes : *Cyclotella kützingiana* var. *meneghiniana* (Kützing) Brun 1880, *Surirella melosiroides* Meneghini ms. in Kützing 1844

Morphométrie : diamètre (μm) : 8,0–25,0 ; nombre de stries en 10 μm : 6–10.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 11

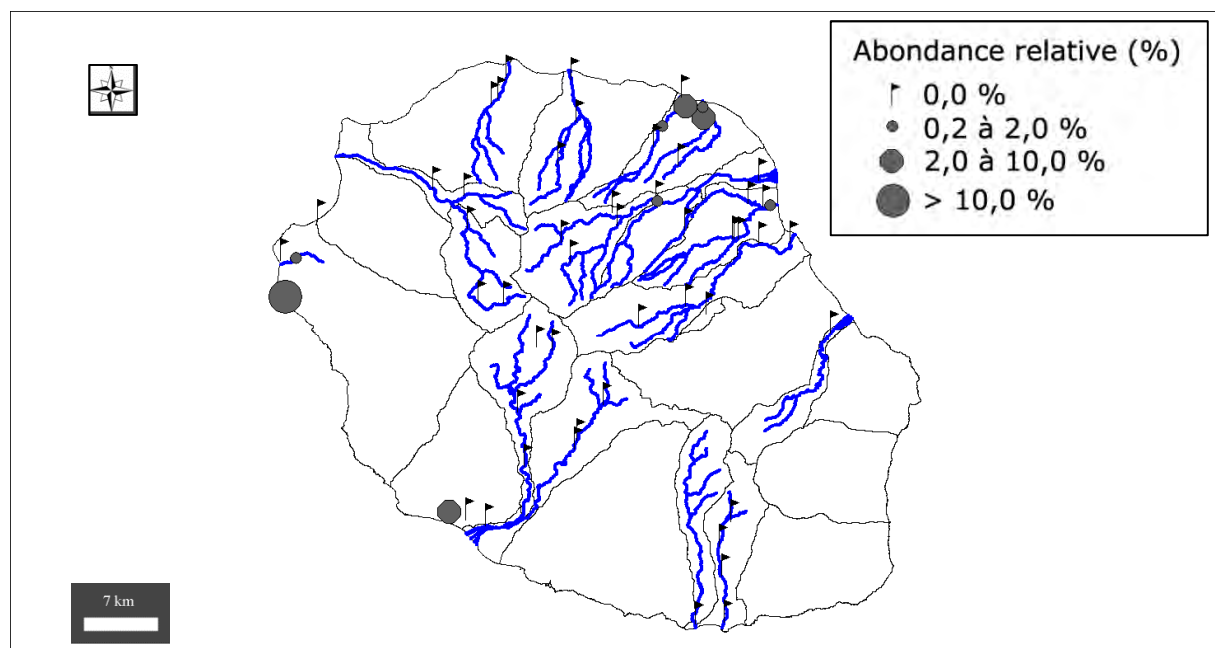
Taxon indicateur négatif IDR – valence d’altération (–5)

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 4,89 (6,73). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 6,86 (7,16). Taux de saturation en oxygène (%) : 56,8 (38,0). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 1,38 (1,69). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 5,19 (5,06). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,63 (0,60). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 21,67 (12,41). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 140,76 (144,52). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 968,20 (1403,98). pH (unité pH) : 7,5 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 34,68 (32,62). Titre alcalimétrique complet (°f) : 18,24 (17,34).

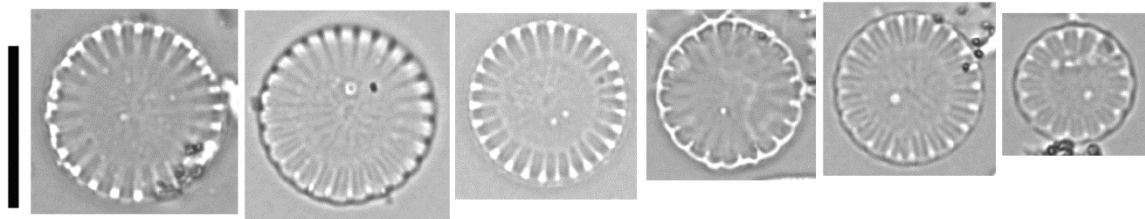
Distribution

Occurrence : 28. Abondance relative maximale (%) : 11,2.

Moyenne des fréquences d’apparition : 1,21.

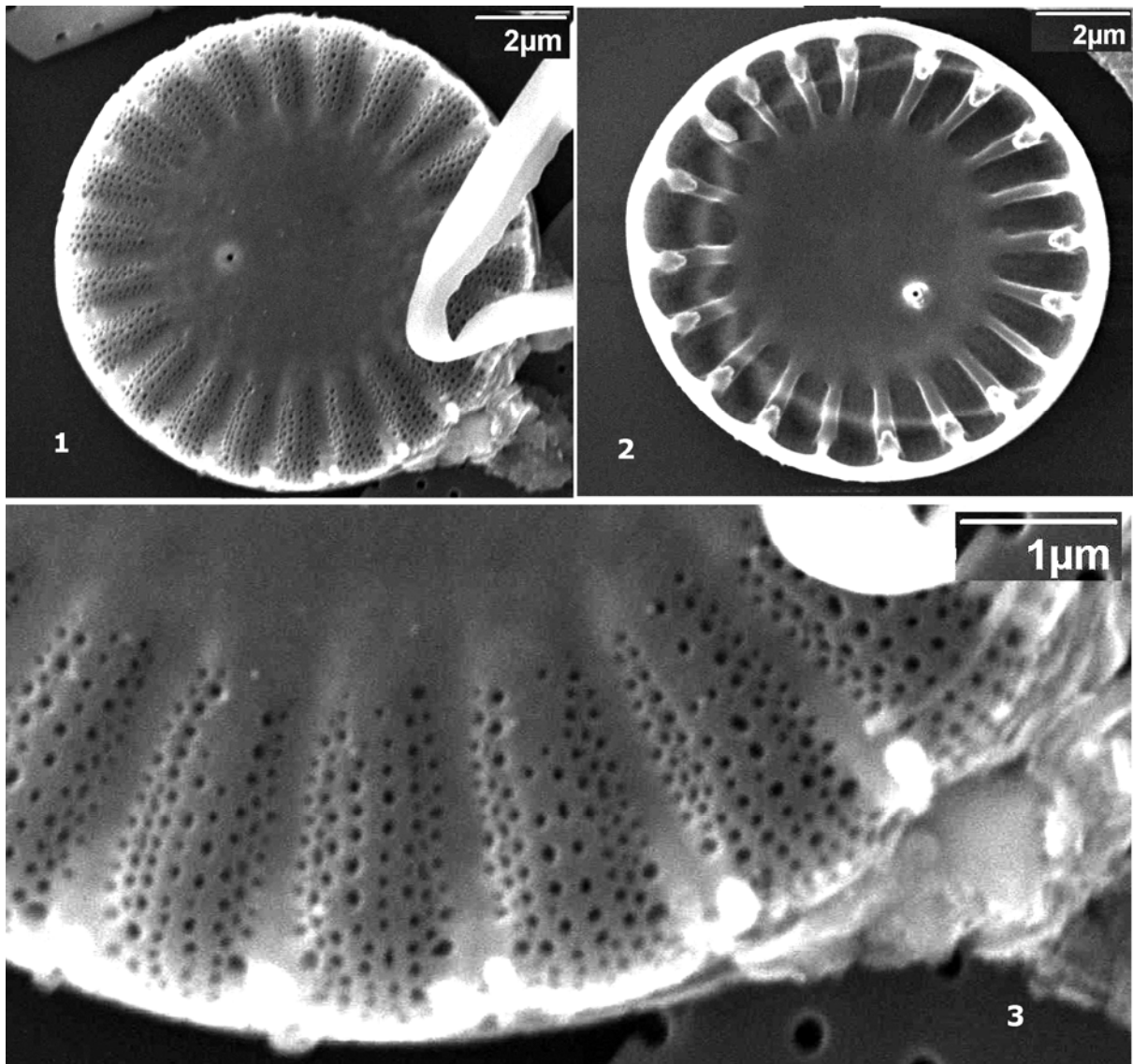


Planches



1-6

Microscopie photonique. *Cyclotella meneghiniana* 1-6 vues valvaires. 1-6 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Octobre 2008.



Microscopie électronique. *Cyclotella meneghiniana* 1 vue externe. 2 vue interne. 3 vue externe, détails. 1-3 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Octobre 2008.

Genre *Discostella* Houk et Klee 2004 [1]

Généritype : *Discostella stelligera* (Cleve & Grunow) Houk & Klee 2004

***Discostella pseudostelligera* (Hustedt) Houk & Klee 2004 [DPST]**

Basionyme : *Cyclotella pseudostelligera* Hustedt 1939

Synonymes : *Cyclotella pseudostelligera* Hustedt 1939, *Cyclotella stelligera* var. *pseudostelligera* (Hustedt) Haworth & Hurley 1986

Morphométrie : diamètre (μm) : 6,0–11,0 ; nombre de stries en 10 μm : 18–22.

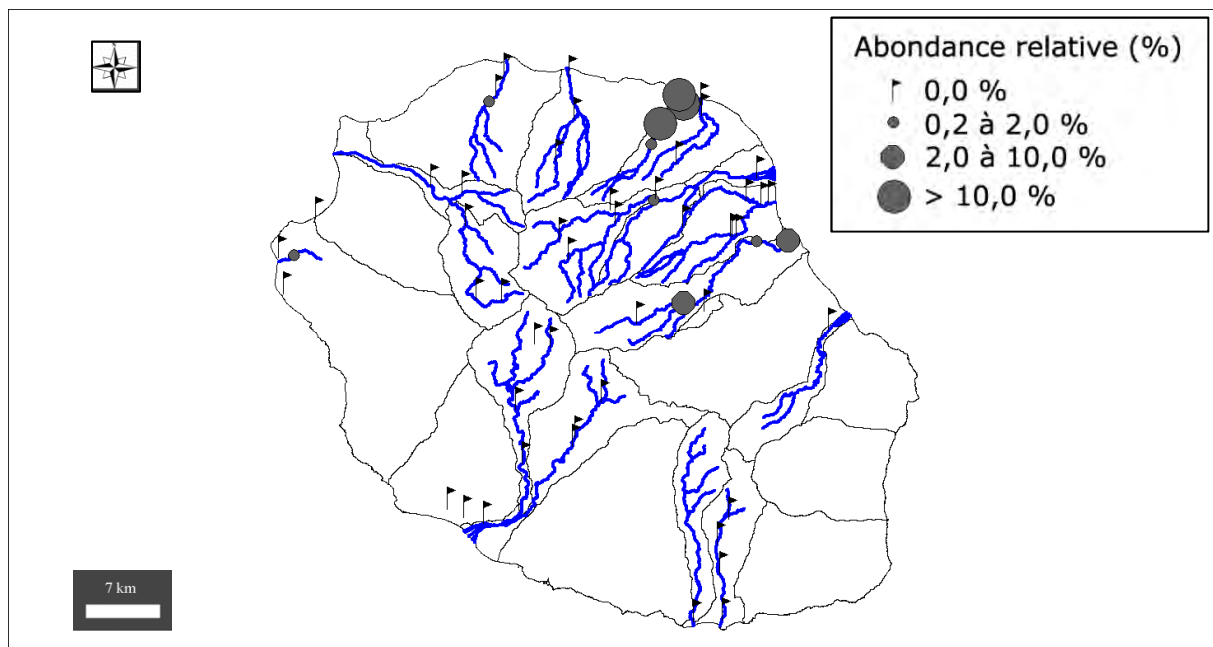
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,04). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 2,33 (1,78). Taux de saturation en oxygène (%) : 99,3 (7,2). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,04 (0,03). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,05 (0,73). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,04 (0,18). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 12,00 (9,15). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 113,73 (350,16). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 505,7 (1215,6). pH (unité pH) : 7,4 (0,16). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 15,72 (47,76). Titre alcalimétrique complet ($^{\circ}\text{f}$) : 6,11 (2,80).

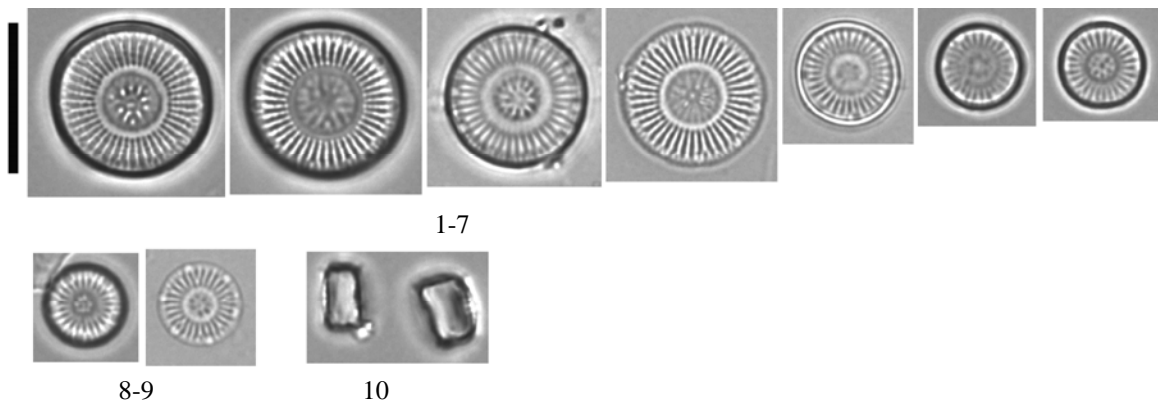
Distribution

Occurrence : 20. Abondance relative maximale (%) : 90,8.

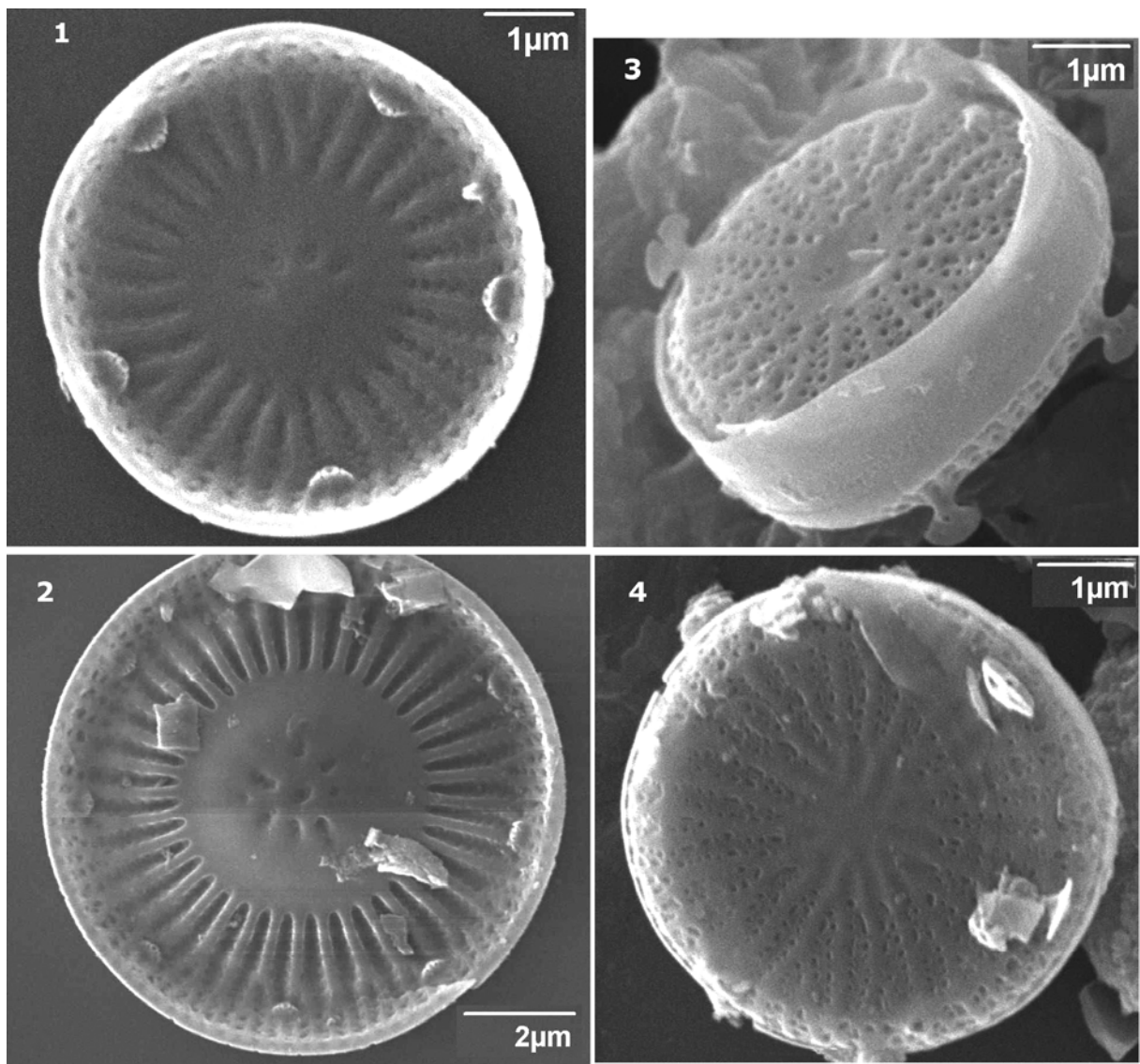
Moyenne des fréquences d'apparition : 15,84.



Planches



Microscopie photonique. *Discostella pseudostelligera* 1–9 vues valvaires. 10 vues connectives. 1–10 La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara) – Octobre 2008.



Microscopie électronique. *Discostella pseudostelligera* 1–2 vues internes. 3–4 vues externes. 1–4 La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara) – Octobre 2008.

Classe **Bacillariophyceae** Haeckel 1878 emend. Medlin et Kaczmarska 2004
Sous-classe **Fragilariophycidae** Round in Round *et al.* 1990
Ordre **Fragilariales** Silva 1962 emend. Round in Round *et al.* 1990
Famille **Fragilariaceae** Greville 1833

Genre *Diatoma* De Candolle 1805 [1]

Généritype : *Diatoma rigidum* De Candolle 1805

***Diatoma vulgare* Bory 1824 [DVUL] ***

Synonyme : *Bacillaria vulgare* (Bory) Ehrenberg 1836

Morphométrie : longueur (µm) : 15–50 ; largeur (µm) : 8–14 ;
nombre de stries en 10 µm : > 40.

Préférences écologiques

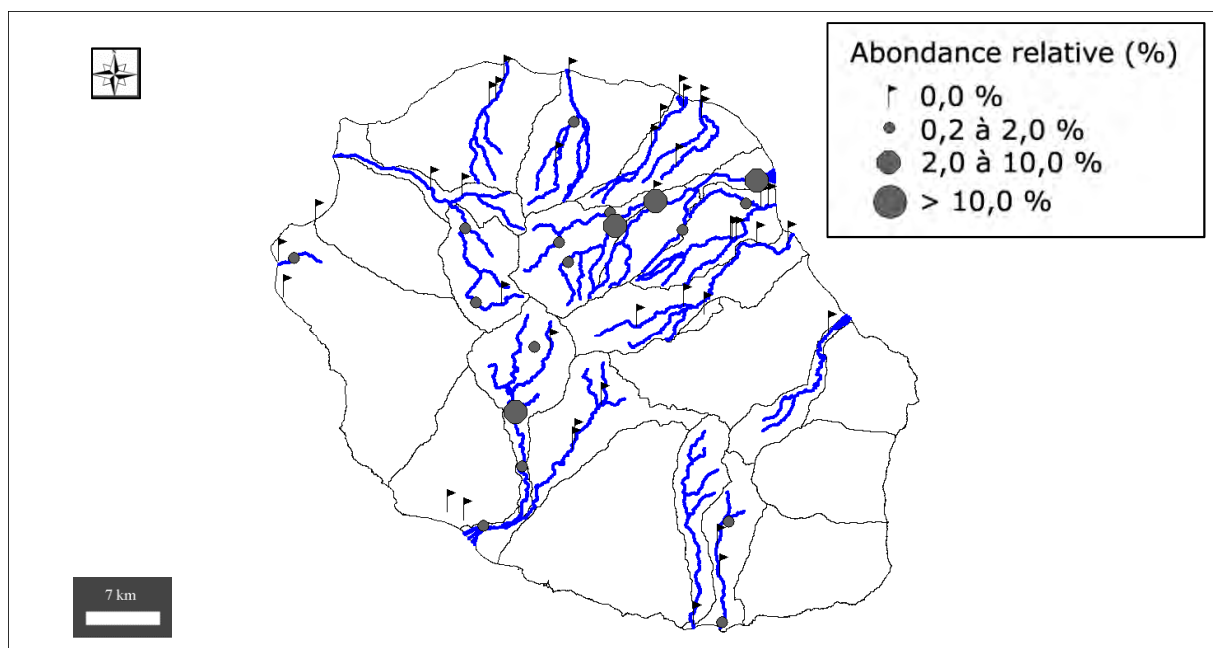
IndVal « Multipattern » : 4 + 5

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,11 (1,24).
Taux de saturation en oxygène (%) : 99,2 (16,0). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,07 (0,05).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,79 (0,58). Phosphore total (mg(P)) : 0,07 (0,04). Calcium
(mg(Ca)/L) : 19,83 (3,79). Chlorures (mg(Cl)/L) : 3,00 (1,07). Conductivité (µS/cm) : 239,9
(48,3). pH (unité pH) : 8,7 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 10,74 (11,94). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 11,15 (2,20).

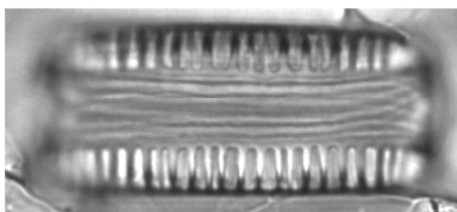
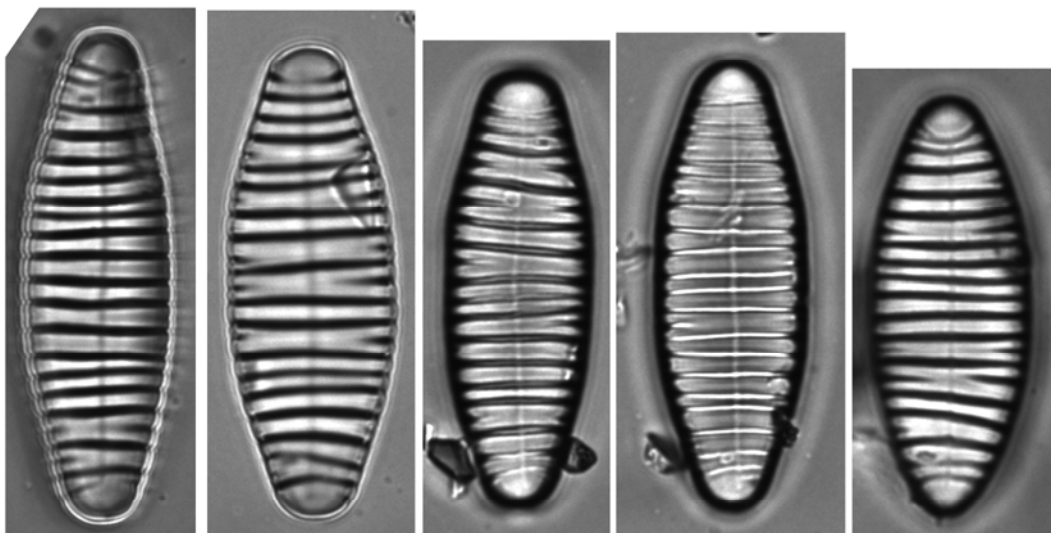
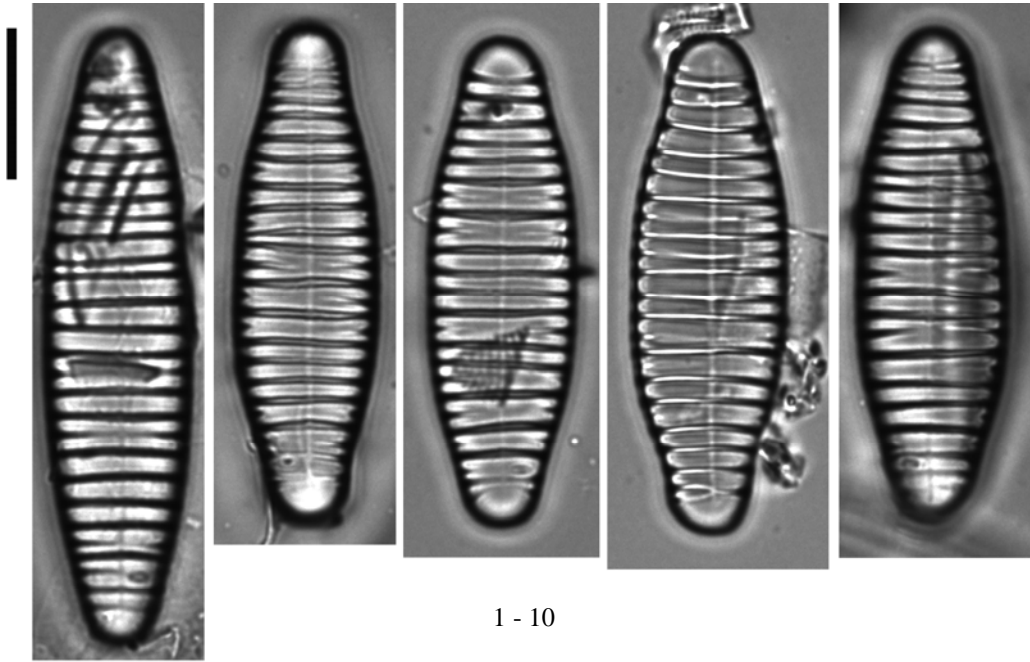
Distribution

Occurrence : 45. Abondance relative maximale (%) : 9,0.

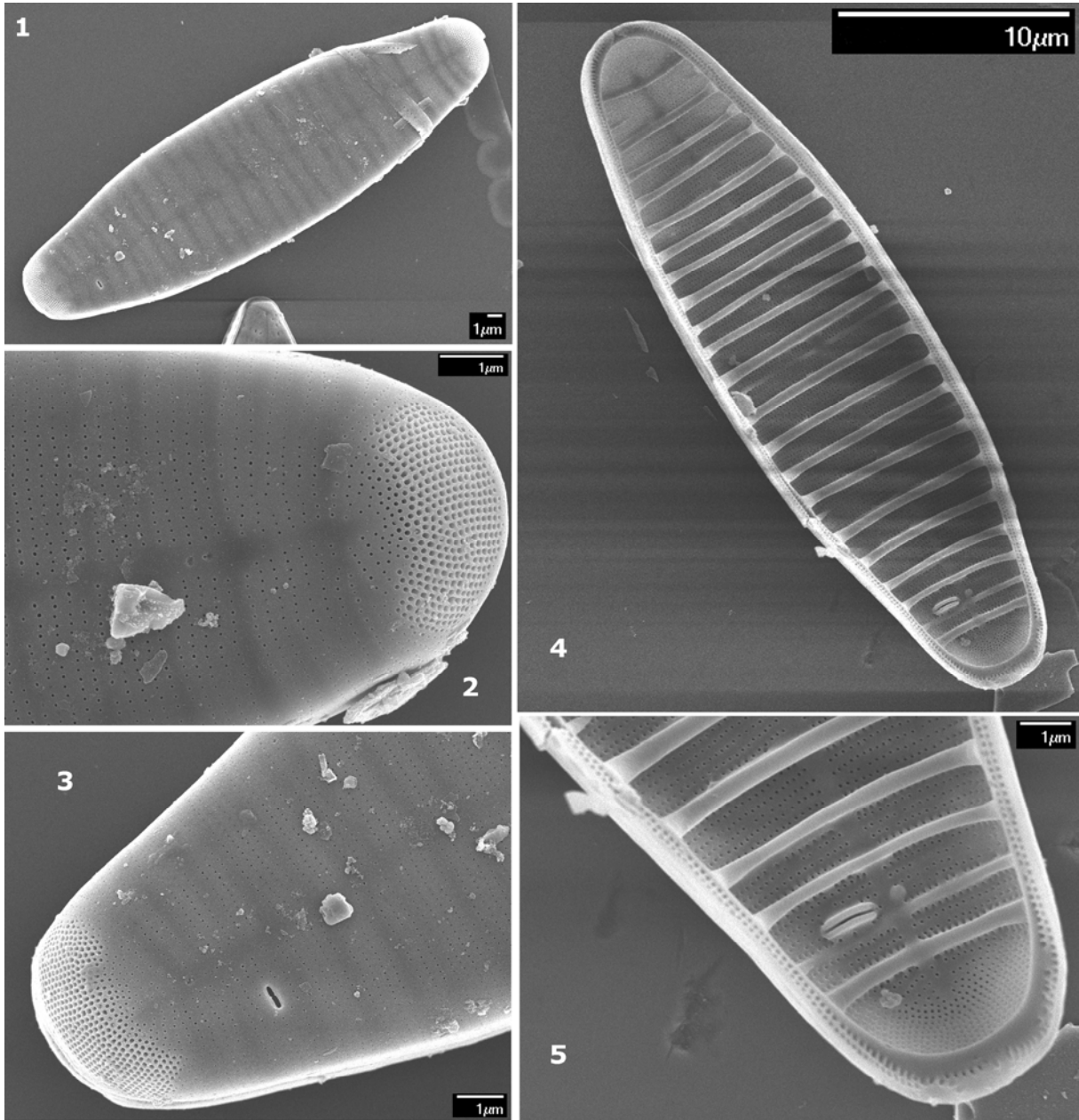
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,54.



Planches



Microscopie photonique. *Diatoma vulgaris* 1–10 vues valvaires. 11 vues connectives. 1–11
La Rivière du Mât à l'Escalier – Octobre 2010.



Microscopie électronique. *Diatoma vulgaris* 1 valve vue externe. 2 vue externe, détail, partie distale. 3 vue externe, détail, partie distale. 4 valve vue interne. 5 vue interne, détail, partie distale. 1–5 La Rivière du Mât à l'Escalier – Octobre 2010.

Genre *Fragilaria* Lyngbye 1819 [9]

Généritype : *Fragilaria pectinalis* (Müller) Lyngbye 1819

Fragilaria sp. n°1 [FRA1] *

Morphométrie : longueur (µm) : 12–39 ; largeur (µm) : 3–4 ;
nombre de stries en 10 µm : 11–16.

Préférences écologiques

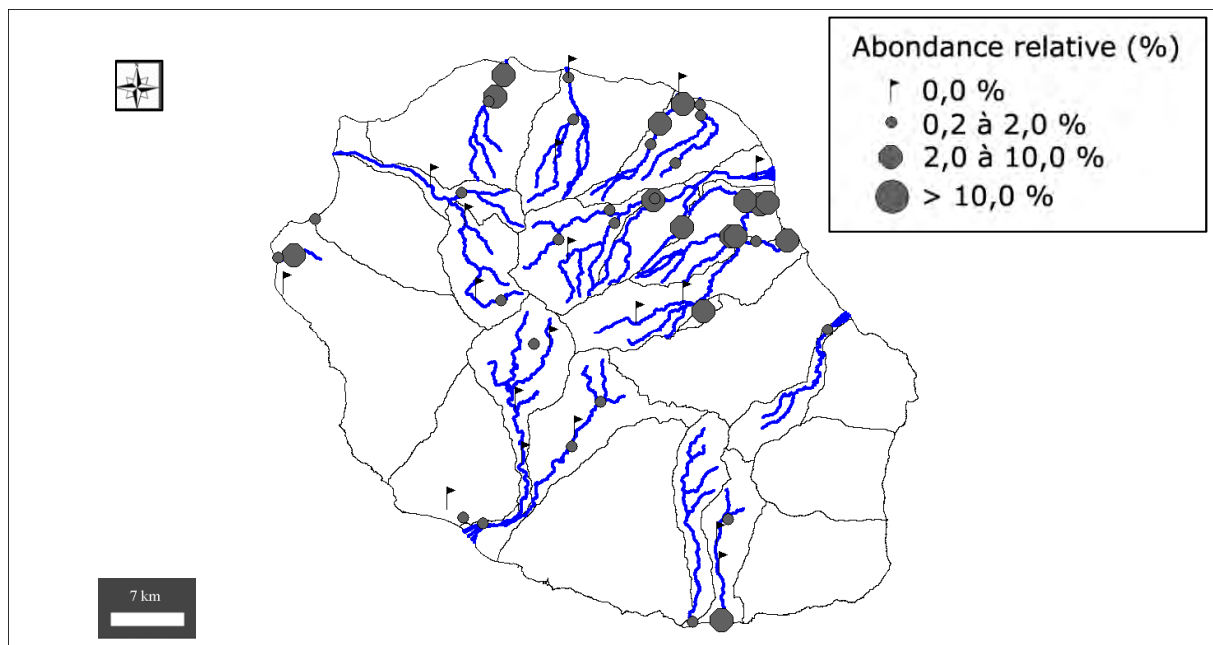
IndVal « Multipattern » : 8 + 16 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,56 (1,59).
Taux de saturation en oxygène (%) : 97,1 (11,2). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,06 (0,08).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,00 (0,47). Phosphore total (mg(P)) : 0,07 (0,06). Calcium
(mg(Ca)/L) : 7,76 (4,31). Chlorures (mg(Cl)/L) : 5,25 (3,92). Conductivité (µS/cm) : 106,6
(50,1). pH (unité pH) : 7,9 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,88 (2,31). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 4,51 (2,33).

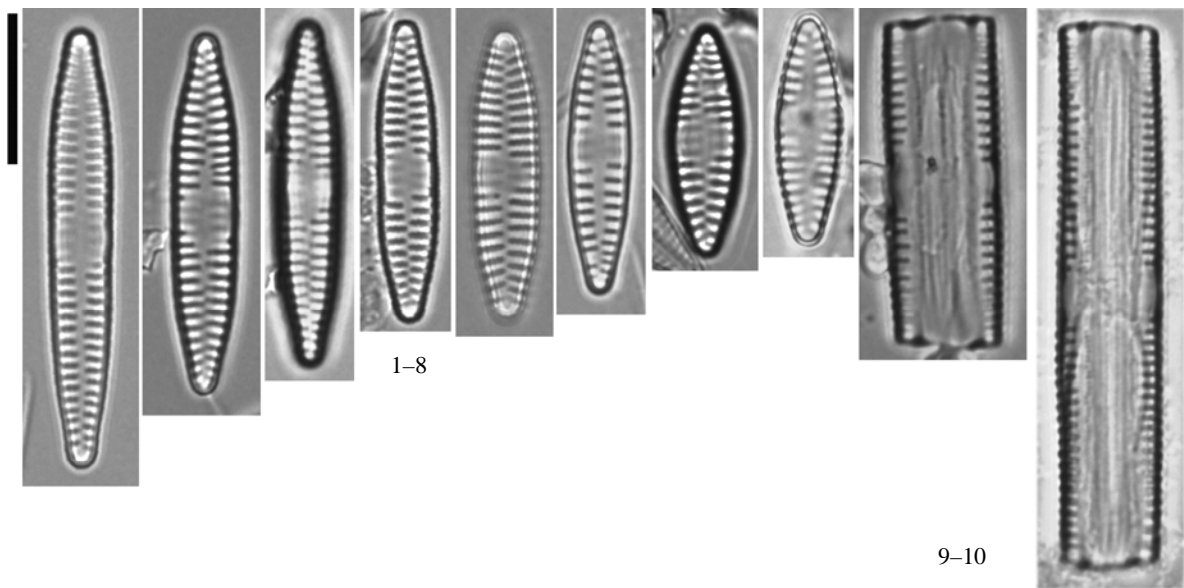
Distribution

Occurrence : 101. Abondance relative maximale (%) : 9,8.

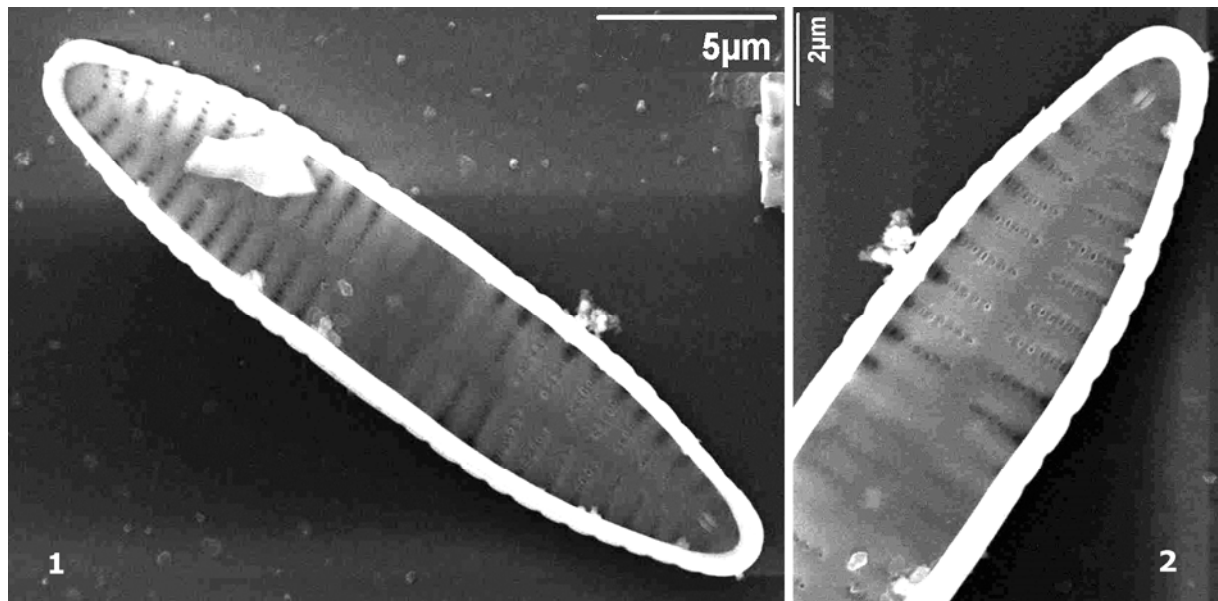
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,77.



Planches



Microscopie photonique. *Fragilaria sp. n°1* 1–8 vues valvaires. 9–10 vues connectives. 1–10
Le Bras Panon aux Avocatsiers – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Fragilaria sp. n°1* 1 vue interne. 2 Vue interne, détail, extrémité.
1–2 Le Bras Panon aux Avocatsiers – Avril 2009.

Fragilaria sp. n°2 [FRA2] *

Morphométrie : longueur (µm) : 31,1–52,2 ; Largeur (µm) : 2,0–3,7 ;
nombre de stries en 10 µm : 13–14.

Préférences écologiques

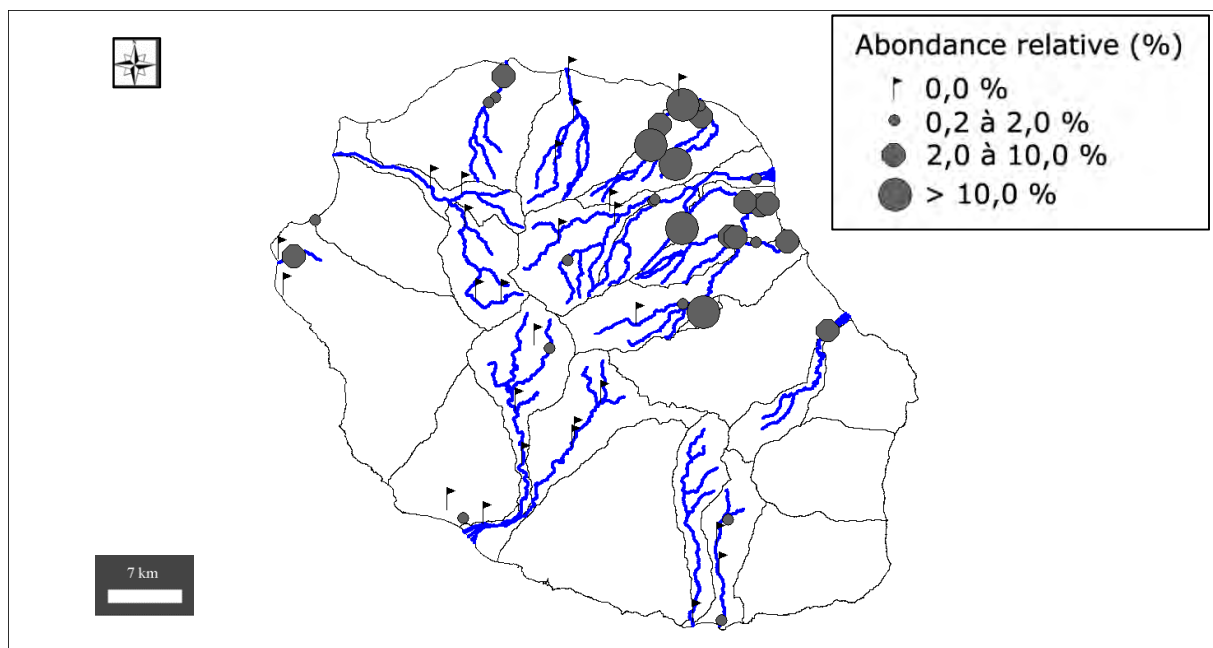
IndVal « Multipattern » : 8 + 16 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,43 (1,21).
Taux de saturation en oxygène (%) : 93,6 (9,4). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,04 (0,05).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,09 (0,52). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,05). Calcium
(mg(Ca)/L) : 4,73 (3,76). Chlorures (mg(Cl)/L) : 5,02 (3,83). Conductivité (µS/cm) : 67,6
(63,5). pH (unité pH) : 7,6 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,62 (5,01). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 2,65 (1,90).

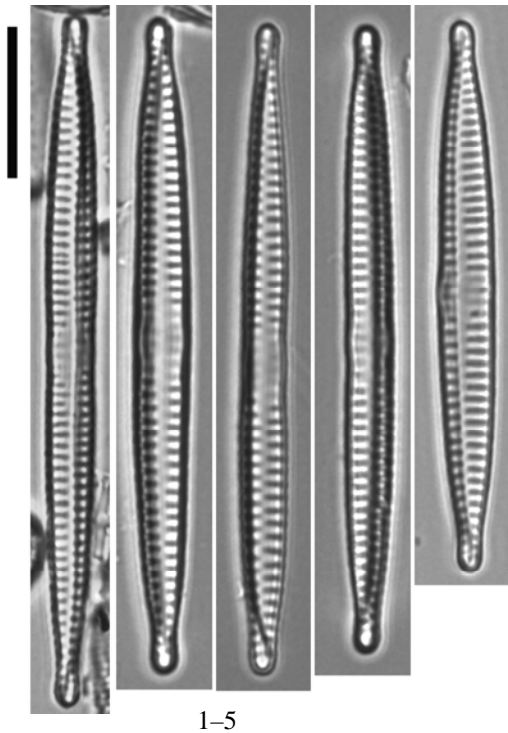
Distribution

Occurrence : 86. Abondance relative maximale (%) : 20,8.

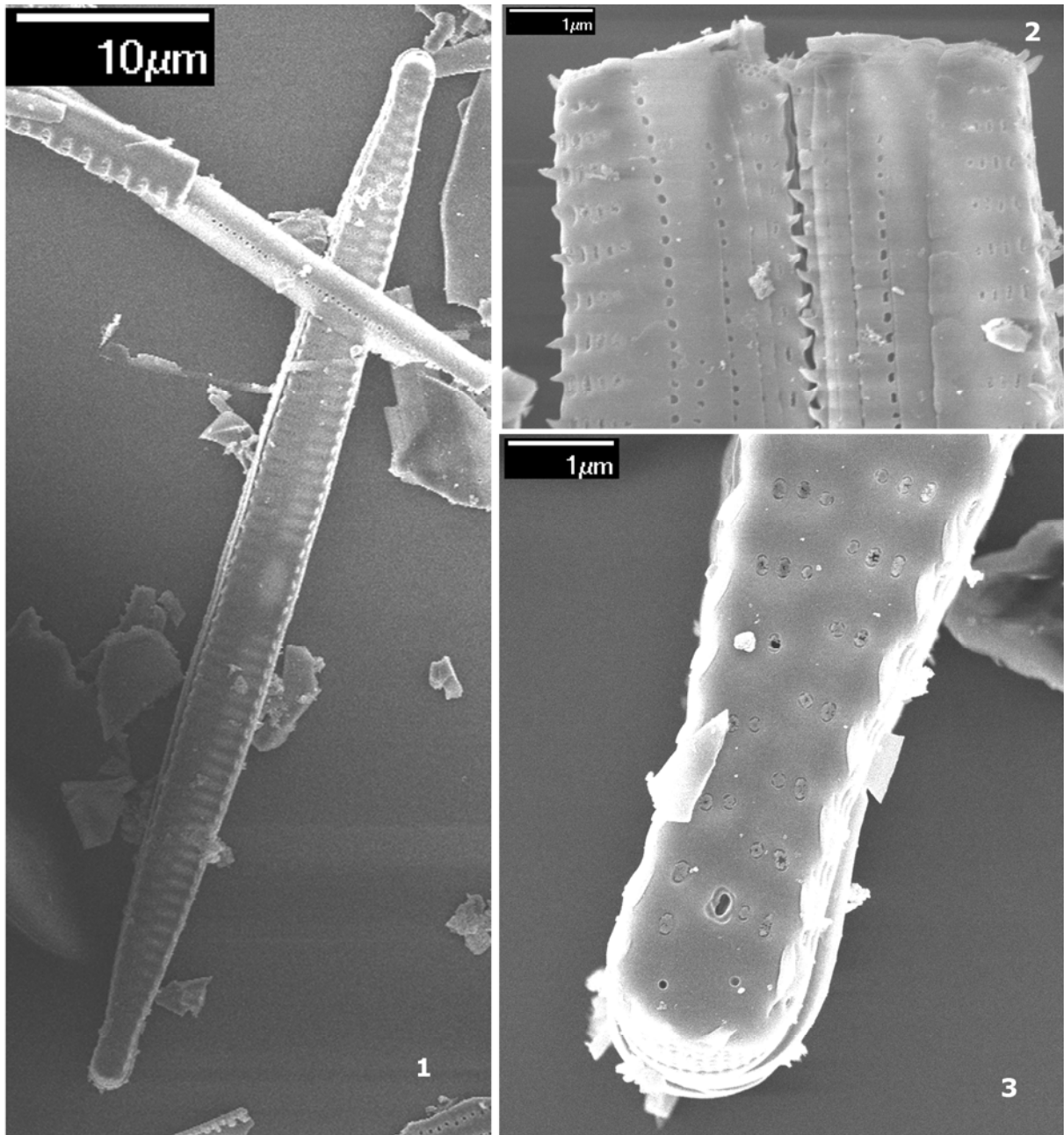
Moyenne des fréquences d'apparition : 3,11.



Planches



Microscopie photonique. *Fragilaria sp. n°2* 1-5 vues valvaires. 1-5 *Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Avril 2009.*



Microscopie électronique. *Fragilaria* sp. n°2 1 valve vue interne. 2 vue connective externe, détail, partie distale. 3 vue externe, détail, partie distale. 1–3 *Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts* – Avril 2009.

Fragilaria sp. n°3 [FRA3] *

Morphométrie : longueur (µm) : 4,3–1,8; largeur (µm) : 0,2–0,3 ;
nombre de stries en 10 µm : 17–18.

Préférences écologiques

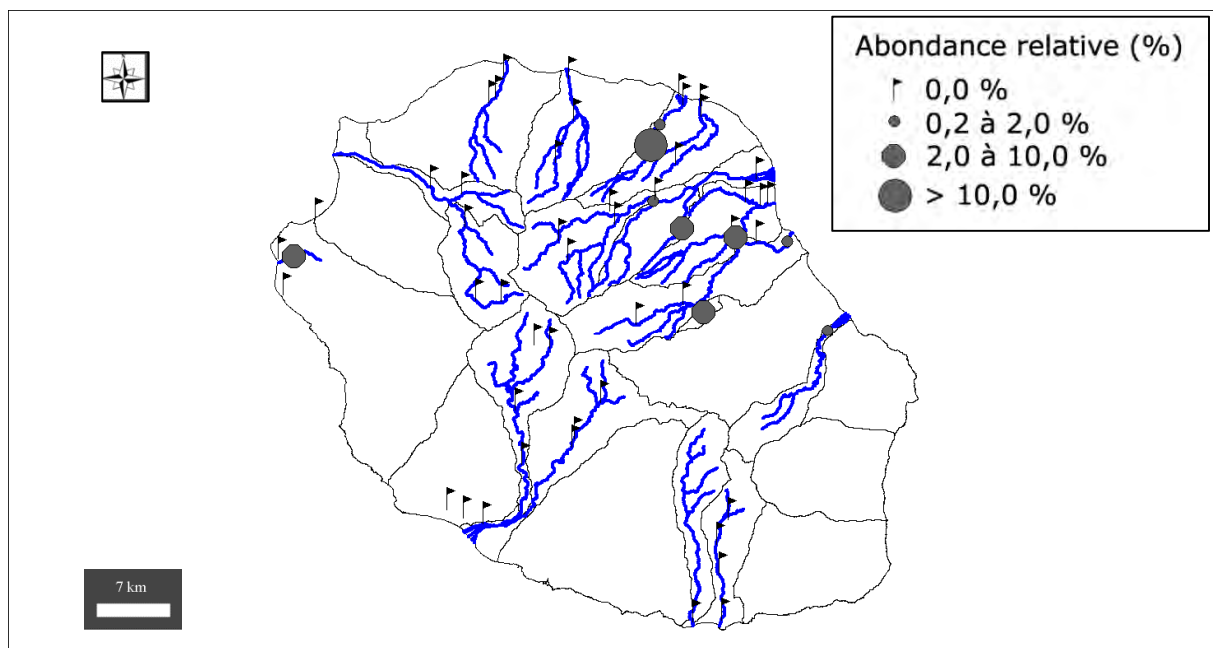
IndVal « Multipattern » : 16 + 20

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,44 (1,25) .
Taux de saturation en oxygène (%) : 100,8 (7,9). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,03 (0,04).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,52 (0,57). Phosphore total (mg(P)) : 0,04 (0,02). Calcium
(mg(Ca)/L) : 4,83 (2,53). Chlorures (mg(Cl)/L) : 4,74 (2,56). Conductivité (µS/cm) : 66,5
(40,1). pH (unité pH) : 7,7 (0,2). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,93 (0,91). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 2,74 (1,32).

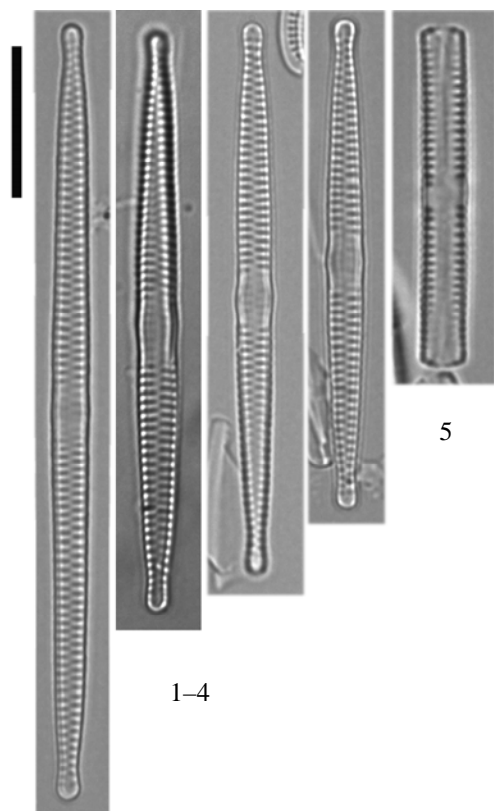
Distribution

Occurrence : 19. Abondance relative maximale (%) : 33,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 3,78.



Planche



Microscopie photonique. *Fragilaria sp. n°3* 1-4 vues valvaires. 5 vue connective. 1-5 *Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Octobre 2008.*

***Fragilaria vaucheriae* (Kützing) Petersen 1938 [FVAU] ***

Basionyme : *Exilaria vaucheriae* Kützing 1833

Synonymes : *Fragilaria vaucheriae* var. *parvula* (Kützing) Cleve–Euler 1953, *Ceratoneis vaucheriae* (Kützing) H. Kobayasi 1965, *Fragilaria capucina* var. *vaucheriae* (Kützing) Lange–Bertalot 1980, *Ceratoneis vaucheriae* Kützing according to Torka 1933, *Ctenophora vaucheriae* (Kützing) Schonfeldt 1907, *Synedra vaucheriae* (Kützing) Kützing 1844

Morphométrie : longueur (µm) : 10,0–35,0 ; largeur (µm) : 4,0–5,7 ;
nombre de stries en 10 µm : 9–14

Préférences écologiques

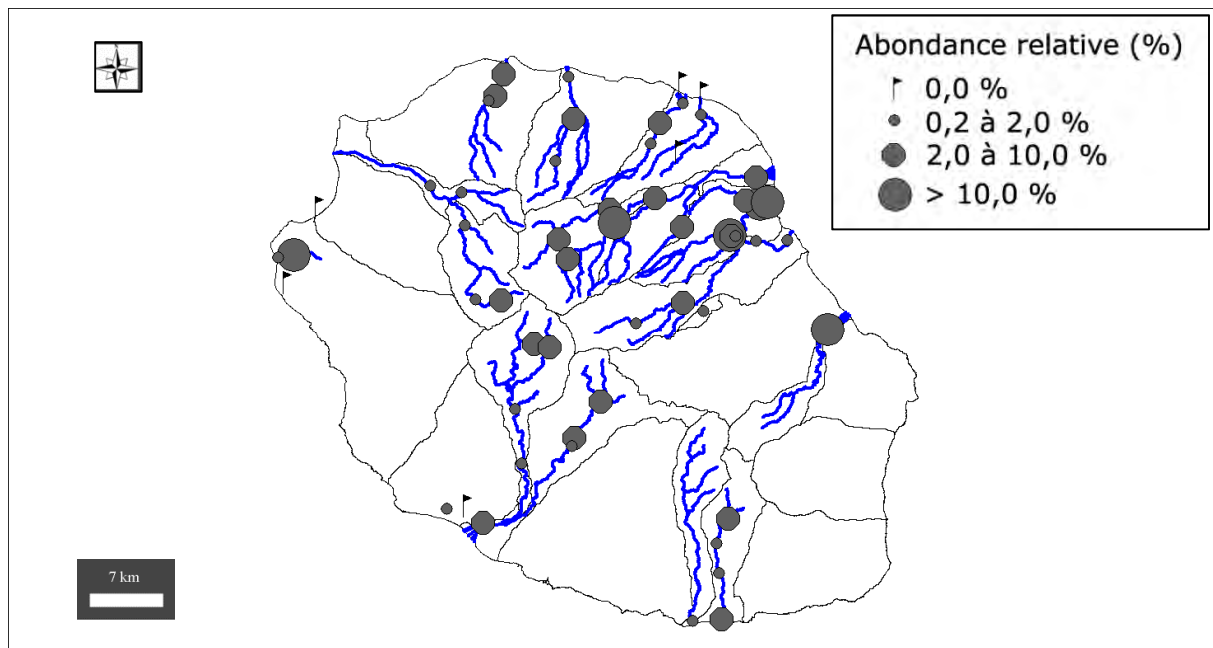
IndVal « Multipattern » : 5 + 7 + 8 + 16 + 19 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,43 (1,41). Taux de saturation en oxygène (%) : 98,0 (10,2). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,07 (0,09). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,10 (0,53). Phosphore total (mg(P)) : 0,06 (0,08). Calcium (mg(Ca)/L) : 10,91 (8,92). Chlorures (mg(Cl)/L) : 4,07 (6,95). Conductivité (µS/cm) : 140,1 (107,0). pH (unité pH) : 8,1 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 5,13 (9,40). Titre alcalimétrique complet (°f) : 6,12 (4,88).

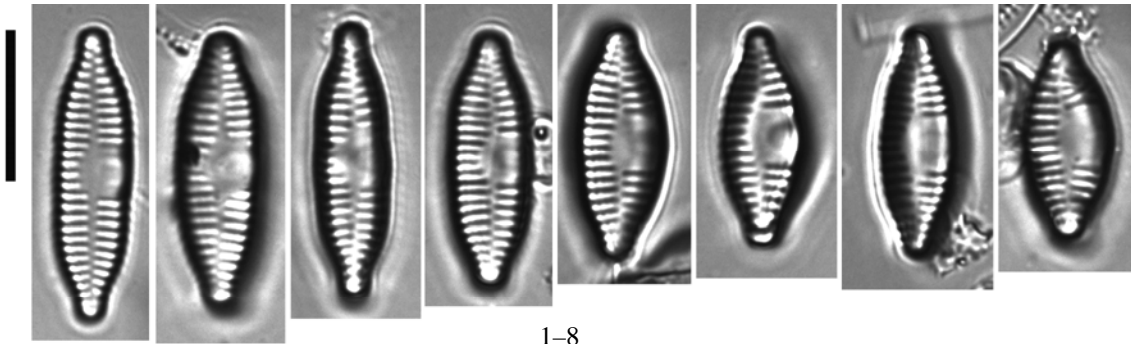
Distribution

Occurrence : 167. Abondance relative maximale (%) : 32,0.

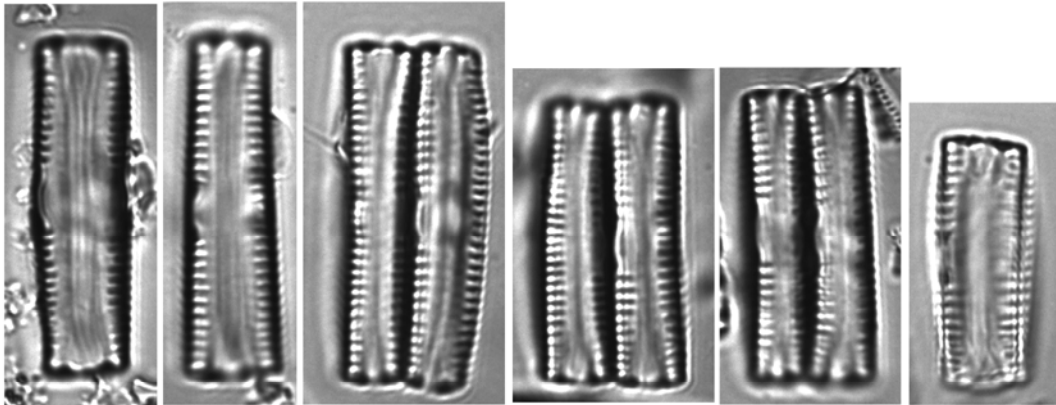
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,96.



Planches

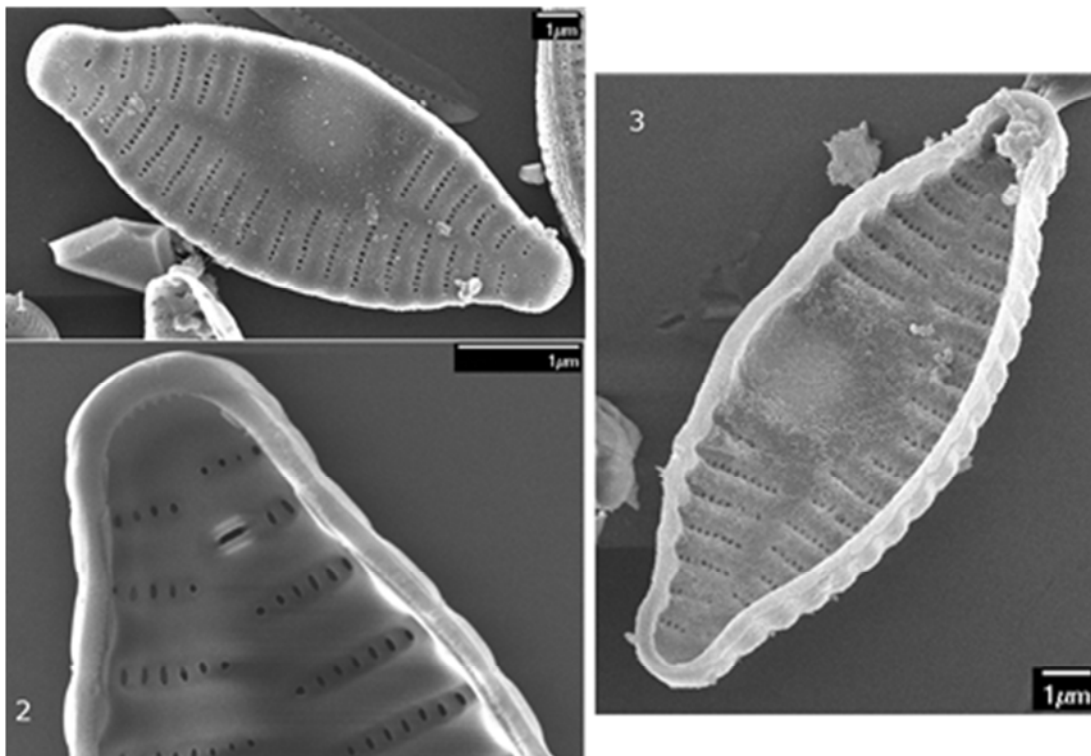


1-8



9-14

Microscopie photonique. *Fragilaria vaucheriae* 1-8 vues valvaires. 9- 14 vues connectives. 1-14 La Rivière de l'Est aval – Octobre 2009.



Microscopie électronique. *Fragilaria vaucheriae* 1 valve vue externe. 2 vue interne, détail, partie distale. 3 vue valvaire interne, détail. 1, 3 La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52 – Octobre 2009, 2 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2009.

Genre *Staurosirella* Williams et Round 1987 [1]

Généritype : *Staurosirella lapponica* (Grunow in Van Heurck) Williams & Round 1987

***Staurosirella aff. pinnata* (Ehrenberg) Williams & Round 1987 [SPIN] ***

Basyonyme : *Fragilaria pinnata* Ehrenberg 1843

Morphométrie : longueur (μm) : 5,3–8,6 ; largeur (μm) : 3,3–5,3 ;
nombre de stries en 10 μm : 6–7.

Préférences écologiques

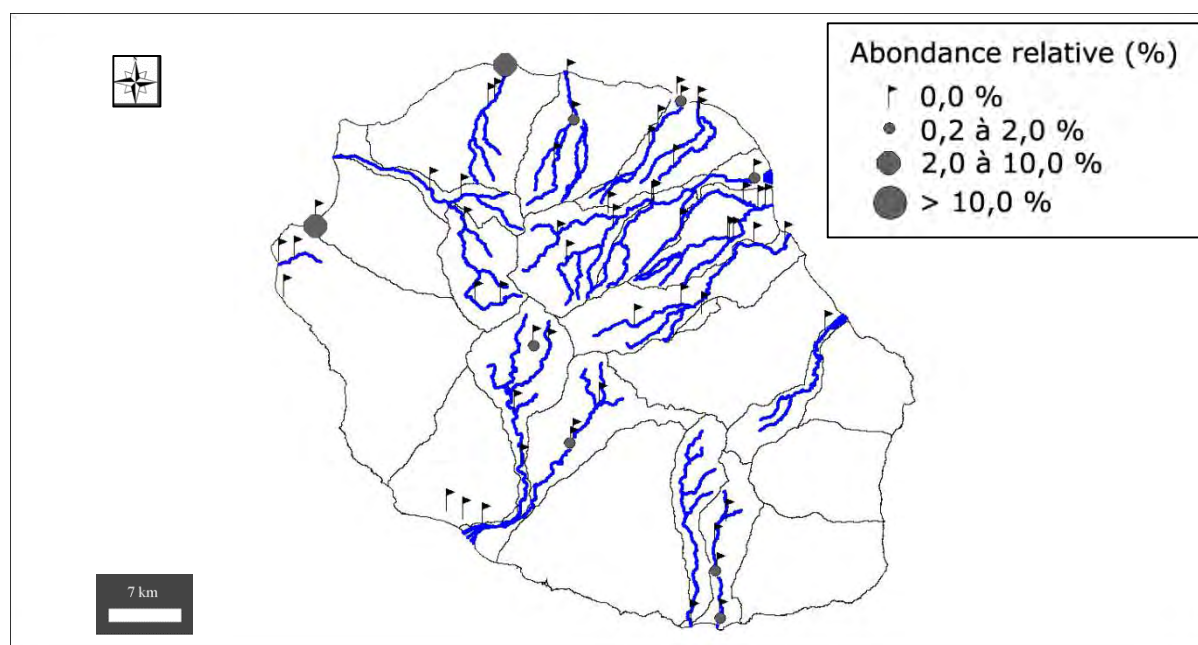
IndVal « Multipattern » : 8 + 12

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,09 (0,23). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,86 (1,97).
Taux de saturation en oxygène (%) : 88,9 (13,3). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,47 (1,12).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,10 (0,40). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,18 (0,39). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 12,07 (4,64). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 14,03 (15,85). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
203,7 (147,4). pH (unité pH) : 8,0 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 5,59 (6,54). Titre
alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 6,81 (2,29).

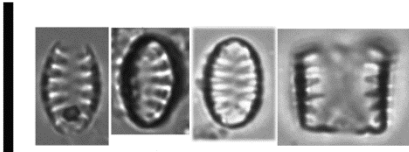
Distribution

Occurrence : 15. Abondance relative maximale (%) : 3,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,87.



Planche



¹⁻⁴
Microscopie photonique. *Staurosirella aff. pinnata* 1-3 Vues valvaires. 4 vue connective. 1-4 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Mai 2009.

Généritype : *Bacillaria ulna* Nitzsch 1817

***Ulnaria acus* (Kützing) Aboal in Aboal, Alvarez-Cobelas, Cambra & Ector 2003 [UACU]**

Basyonyme : *Synedra acus* Kützing 1844

Synonymes : *Fragilaria ulna* var. *acus* (Kützing) Lange-Bertalot 1980, *Synedra oxyrhynchus* var. *acus* (Kützing) Kirchner 1878, *Synedra acus* Kützing 1844, *Synedra goulardi* var. *acus* (Kützing) Frenguelli 1925, *Synedra affinis* var. *arcus* (Kützing) Grunow in Van Heurck 1881

Morphométrie : longueur (μm) : 120–320 ; largeur (μm) : 3–7 ;
nombre de stries en 10 μm : 8–12.

Préférences écologiques

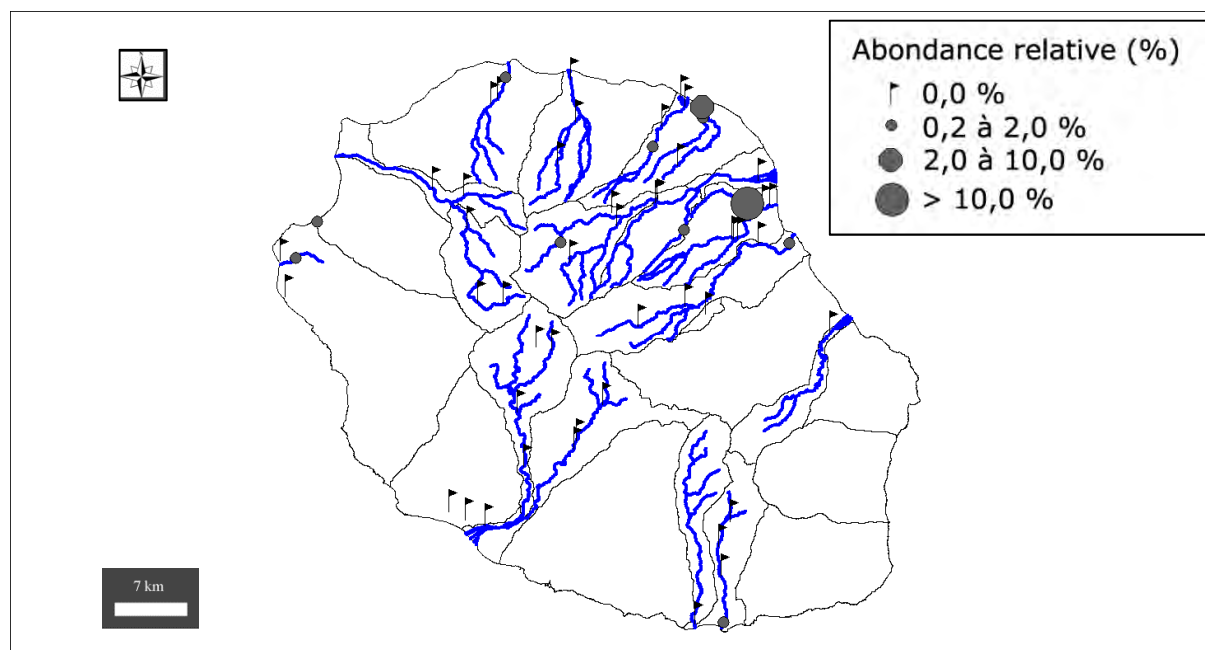
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–1)

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,39 (1,49). Taux de saturation en oxygène (%) : 98,2 (15,2). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,08 (0,08). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,32 (0,38). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,05 (0,04). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 9,16 (2,95). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 7,36 (5,89). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 125,5 (54,9). pH (unité pH) : 7,8 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 2,38 (2,48). Titre alcalimétrique complet (°f) : 4,82 (1,39).

Distribution

Occurrence : 14. Abondance relative maximale (%) : 20,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 2,38.



Planche



Microscopie photonique. *Ulnaria acus* 1–2 vues valvaires. 3 vue connective. 1–3 *Le Bras Pétard Libéria – Avril 2009.*

***Ulnaria lanceolata* (Kützing) Compère 2001 [ULAN] ***

Basyonyme : *Synedra lanceolata* Kützing 1844

Synonymes : *Fragilaria lanceolata* (Kützing) Reichardt 1988, *Synedra lanceolata* Kützing 1844, *Synedra ulna* var. *lanceolata* (Kützing) Van Heurck 1885

Morphométrie : longueur (μm) : 70,0–130,0 ; largeur (μm) : 8,0–10,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 8–10.

Préférences écologiques

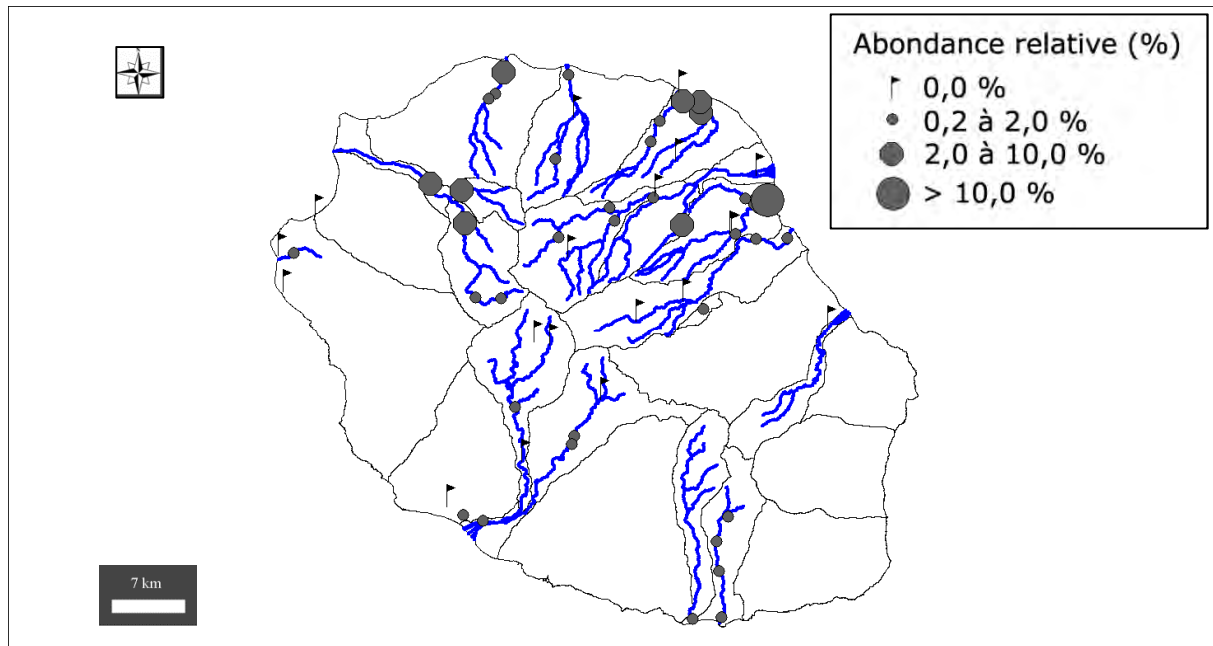
IndVal « Multipattern » : 4 + 16 + 20 + 21

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,25 (0,92).
Taux de saturation en oxygène (%) : 98,7 (15,6). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,04 (0,05).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,25 (0,52). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,07 (0,05). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 8,39 (4,56). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 5,80 (3,37). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 115,1
(55,4). pH (unité pH) : 7,9 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 2,28 (4,27). Titre alcalimétrique
complet ($^\circ\text{f}$) : 4,81 (2,63).

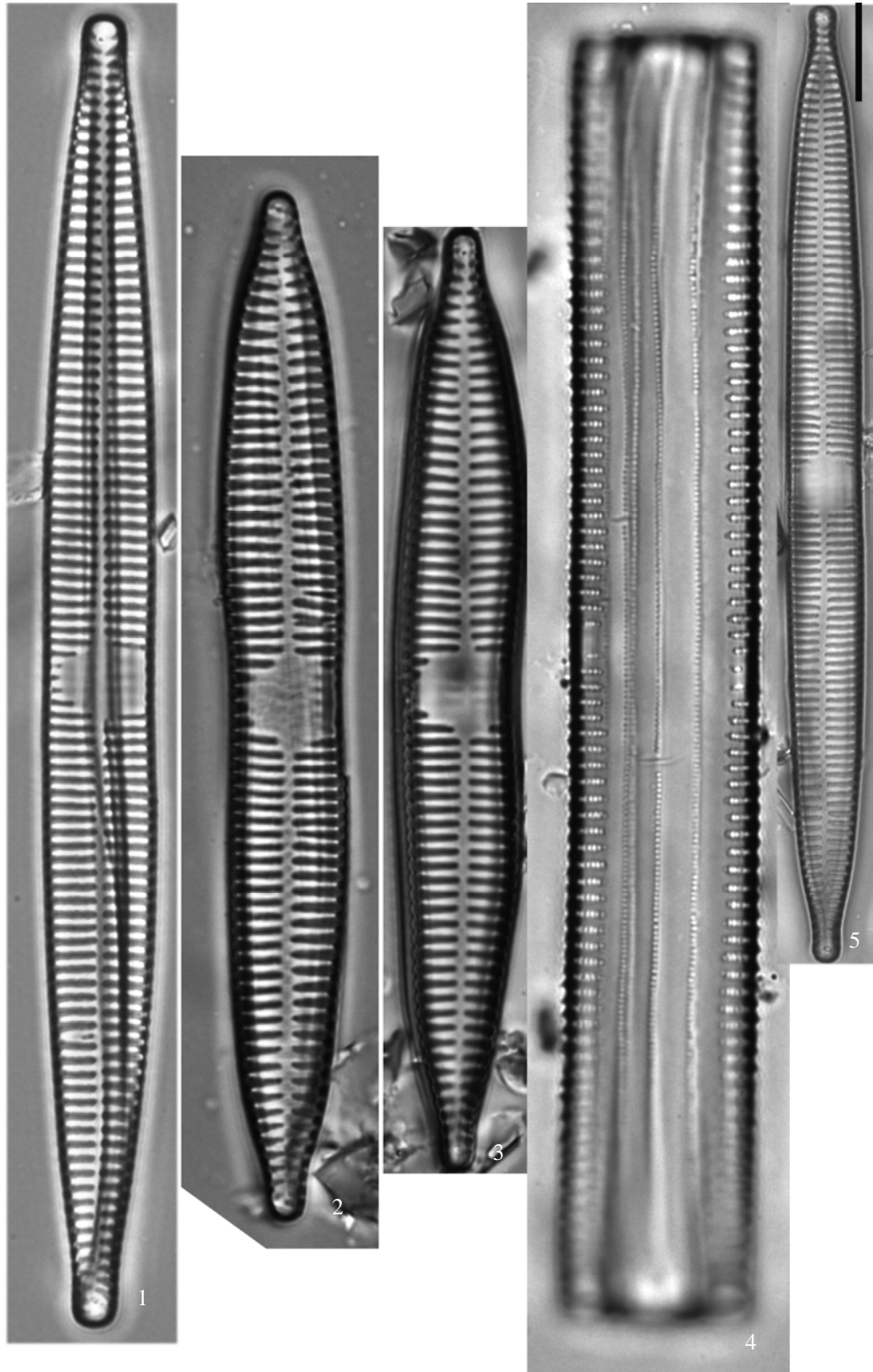
Distribution

Occurrence : 84. Abondance relative maximale (%) : 14,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,54.



Planche



Microscopie photonique. *Ulnaria lanceolata* 1–3, 5 Vues valvaires. 4 vue connective. 1–5 La Rivière des Roches à Beauvallon (amont radier) – Mai 2009.

***Ulnaria ulna* (C.L. Nitzsch) Compère 2001 [UULN]**

Basyonyme : *Bacillaria ulna* Nitzsch 1817

Synonyme : *Fragilaria ulna* (Nitzsch) Lange–Bertalot 1980, *Bacillaria ulna* Nitzsch 1817, *Frustulia ulna* (Nitzsch) Agardh 1831, *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg 1832, *Exilaria ulna* (Harvey) Jenner 1855, *Frustulia ulva* (Nitzsch) C.A. Agardh 1829

Morphométrie : longueur (μm) : 60–220 ; largeur (μm) : 6,6–8,5 ;
nombre de stries en 10 μm : 8–12.

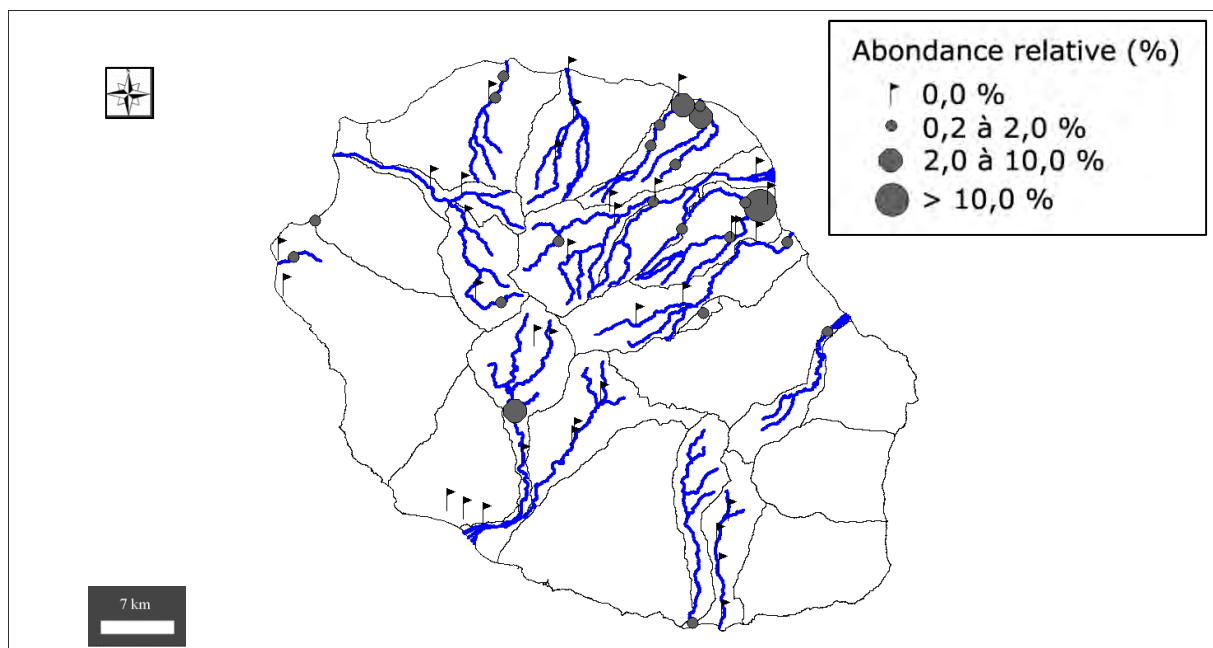
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,11). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,27 (0,94). Taux de saturation en oxygène (%) : 97,9 (17,0). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,10 (0,53). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,09 (0,64). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,08 (0,19). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 9,51 (7,06). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 8,56 (7,49). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 142,6 (108,7). pH (unité pH) : 7,8 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 7,59 (15,13). Titre alcalimétrique complet (°f) : 5,37 (3,80).

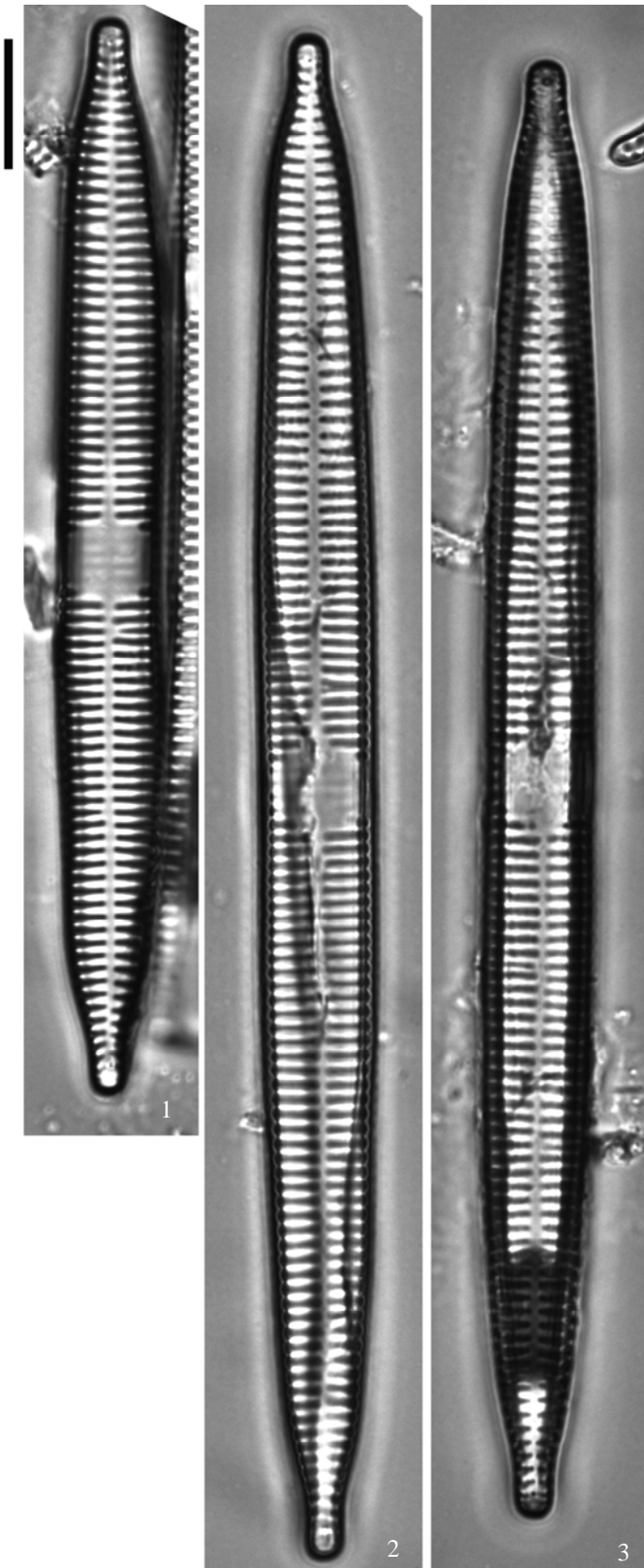
Distribution

Occurrence : 31. Abondance relative maximale (%) : 12,4.

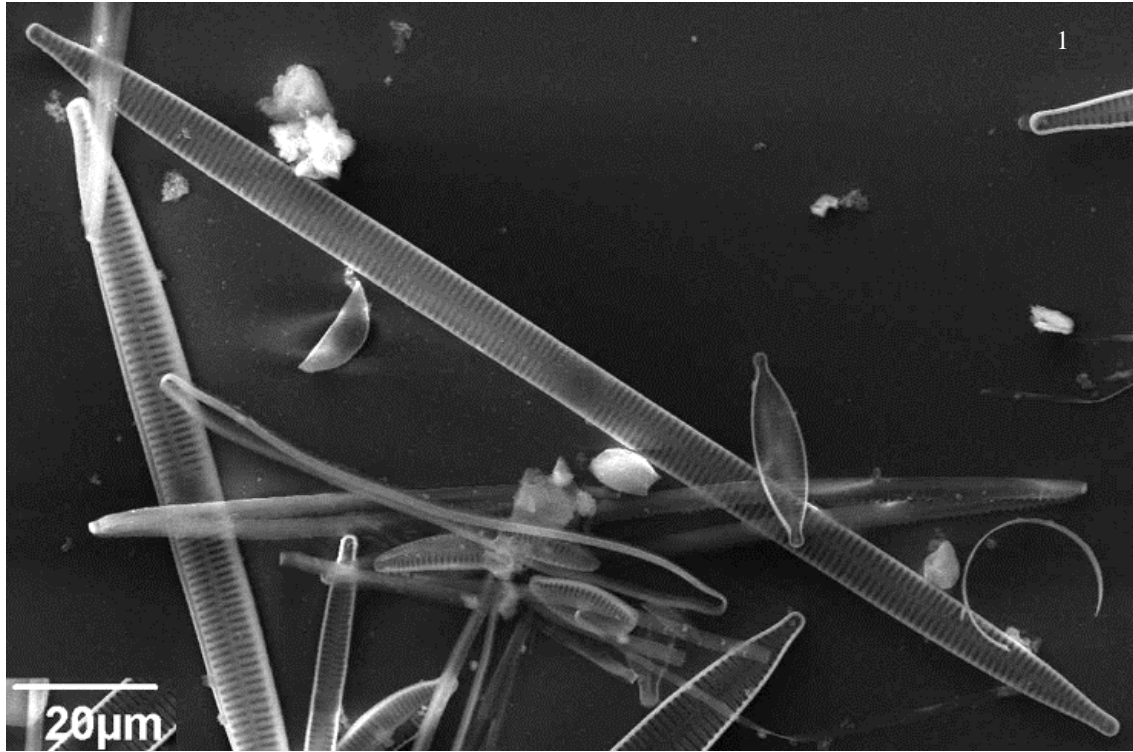
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,53.



Planches



Microscopie photonique. *Ulnaria ulna* 1–3 Vues valvaires. 1–3 *Le Bras Panon aux Avocatiers* – Octobre 2009.



Microscopie électronique. *Ulnaria ulna* 1 valve, vue externe. 1 Le Bras Panon aux Avocatiers – Octobre 2009.

Sous-classe **Eunotiophycidae** Mann in Round *et al.* 1990
Ordre **Eunotiales** Silva 1962
Famille **Eunotiaceae** Kützing 1844

Genre ***Eunotia*** Ehrenberg 1837 [16]

Généritype : *Eunotia arcus* Ehrenberg 1838

***Eunotia bilunaris* form. 1 [EBI1] ***

Eunotia bilunaris (Ehrenberg) Schaarschmidt 1881

Basionyme : *Synedra bilunaris* Ehrenberg 1832

Synonymes : *Ceratoneis lunaris* var. *bilunaris* (Ehrenberg) Grunow in Rabenhorst 1865, *Pseudo-eunotia lunaris* var. *bilunaris* (Ehrenberg; Ehrenberg) De Toni 1892, *Synedra bilunaris* Ehrenberg 1832, *Synedra ulna* var. *bilunaris* (Ehrenberg; Ehrenberg) Brun 1880, *Eunotia curvata* var. *bilunaris* (Ehrenberg) Woodhead & Tweed 1954, *Eunotia bilunaris* (Ehrenberg) Souza in Souza & Moreira-Filho 1999

Morphométrie : longueur (µm) : 28,1–32,2 ; largeur (µm) : 3,7–4,6 ;
nombre de stries en 10 µm : 15–17.

Préférences écologiques

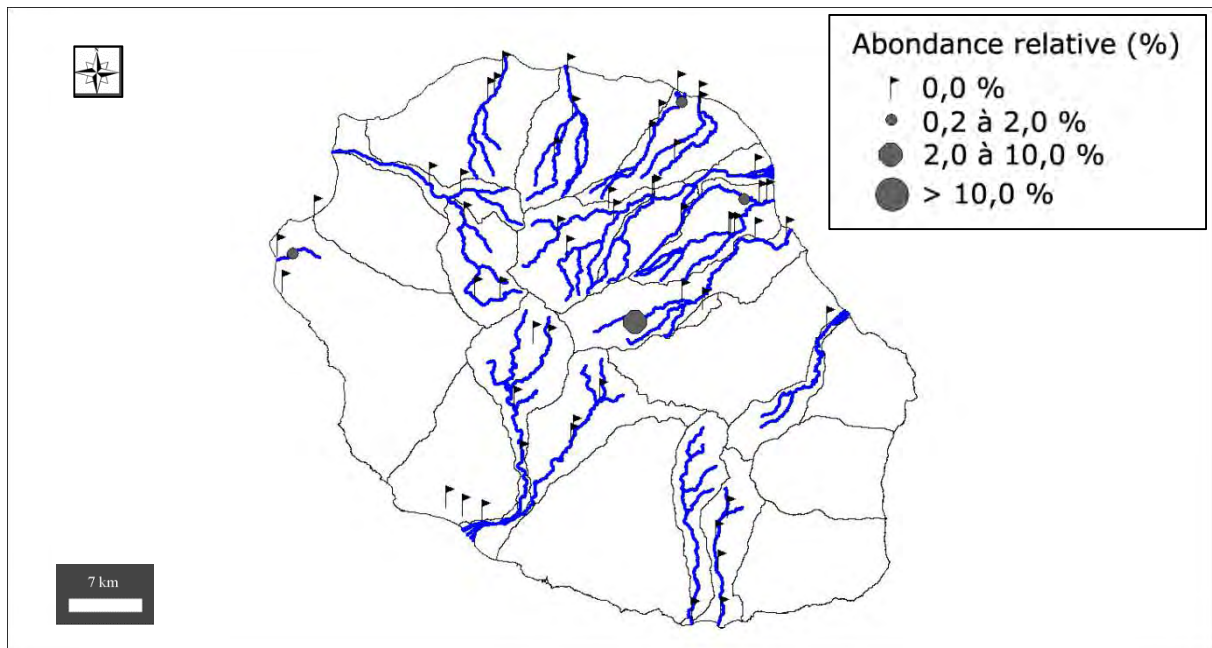
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 6,11 (2,70). Taux de saturation en oxygène (%) : 104,0 (13,1). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,05). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,98 (0,34). Phosphore total (mg(P)) : 0,02 (0,03). Calcium (mg(Ca)/L) : 0,57 (2,95). Chlorures (mg(Cl)/L) : 0,65 (2,69). Conductivité (µS/cm) : 17,4 (39,8). pH (unité pH) : 7,0 (1,1). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,36 (0,59). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,47 (1,61).

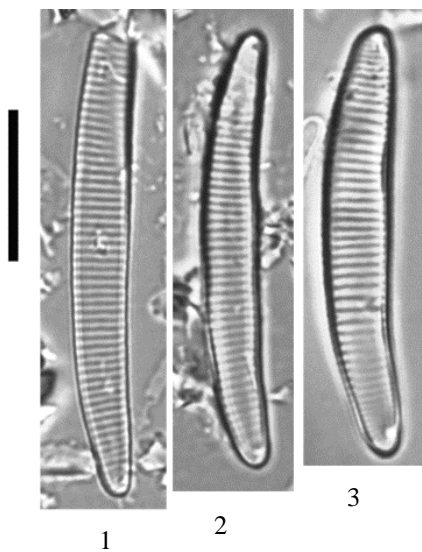
Distribution

Occurrence : 5. Abondance relative maximale (%) : 8,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 2,04.



Planche



Microscopie photonique. *Eunotia bilunaris* form. 1 1–3 Vues valvaires. 1–3 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Avril 2009.

***Eunotia bilunaris* form. 2 [EBI2] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 25,8–58,9 ; largeur (μm) : 3,0–4,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 14–18.

Préférences écologiques

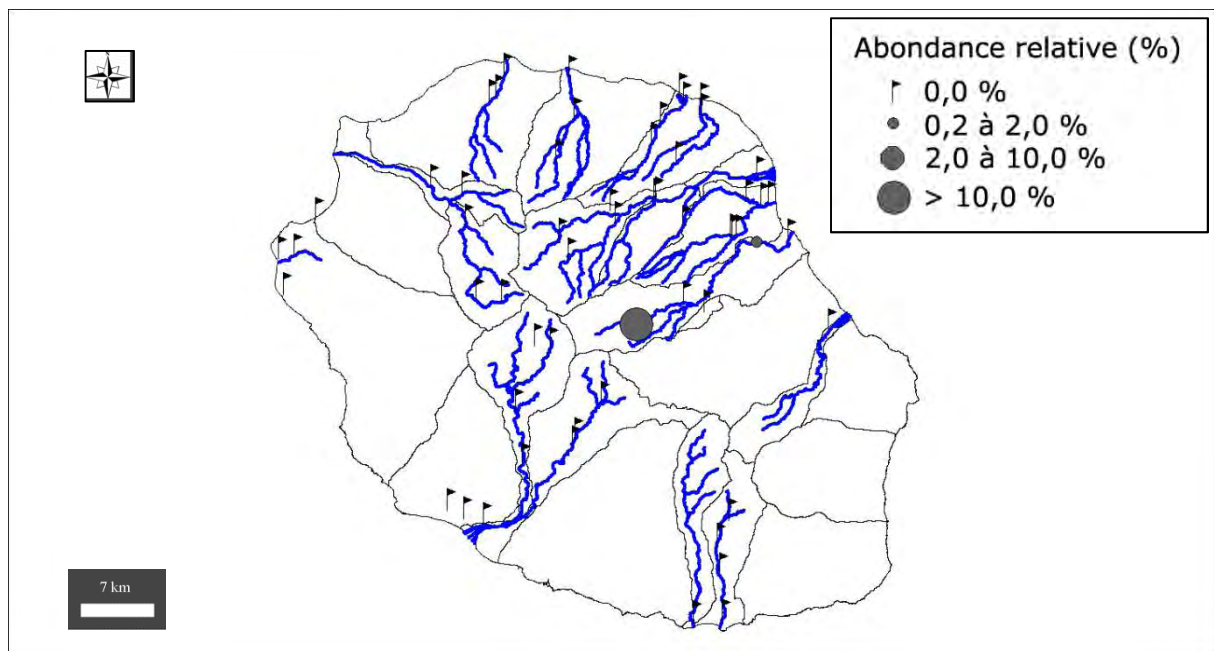
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 4,46 (1,04).
Taux de saturation en oxygène (%) : 55,1 (27,6). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,50 (0,60). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,17 (0,16). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 0,30 (0,66). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 0,37 (0,22). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 8,5 (8,6).
pH (unité pH) : 6,2 (0,5). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,30 (0,04). Titre alcalimétrique complet (°f)
: 0,37 (0,36).

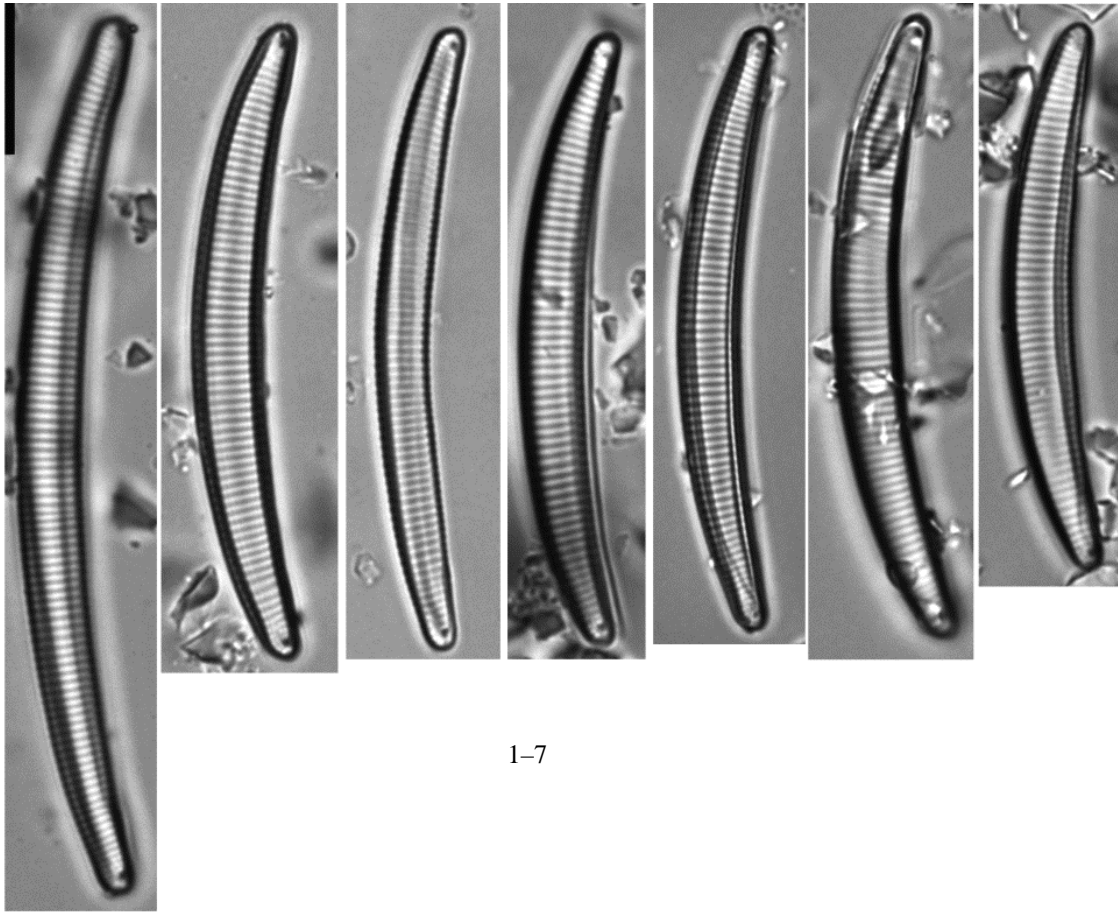
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 10,6.

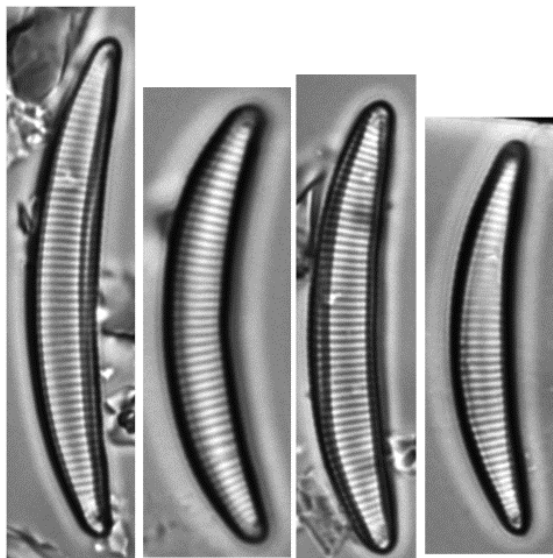
Moyenne des fréquences d'apparition : 5,55.



Planches

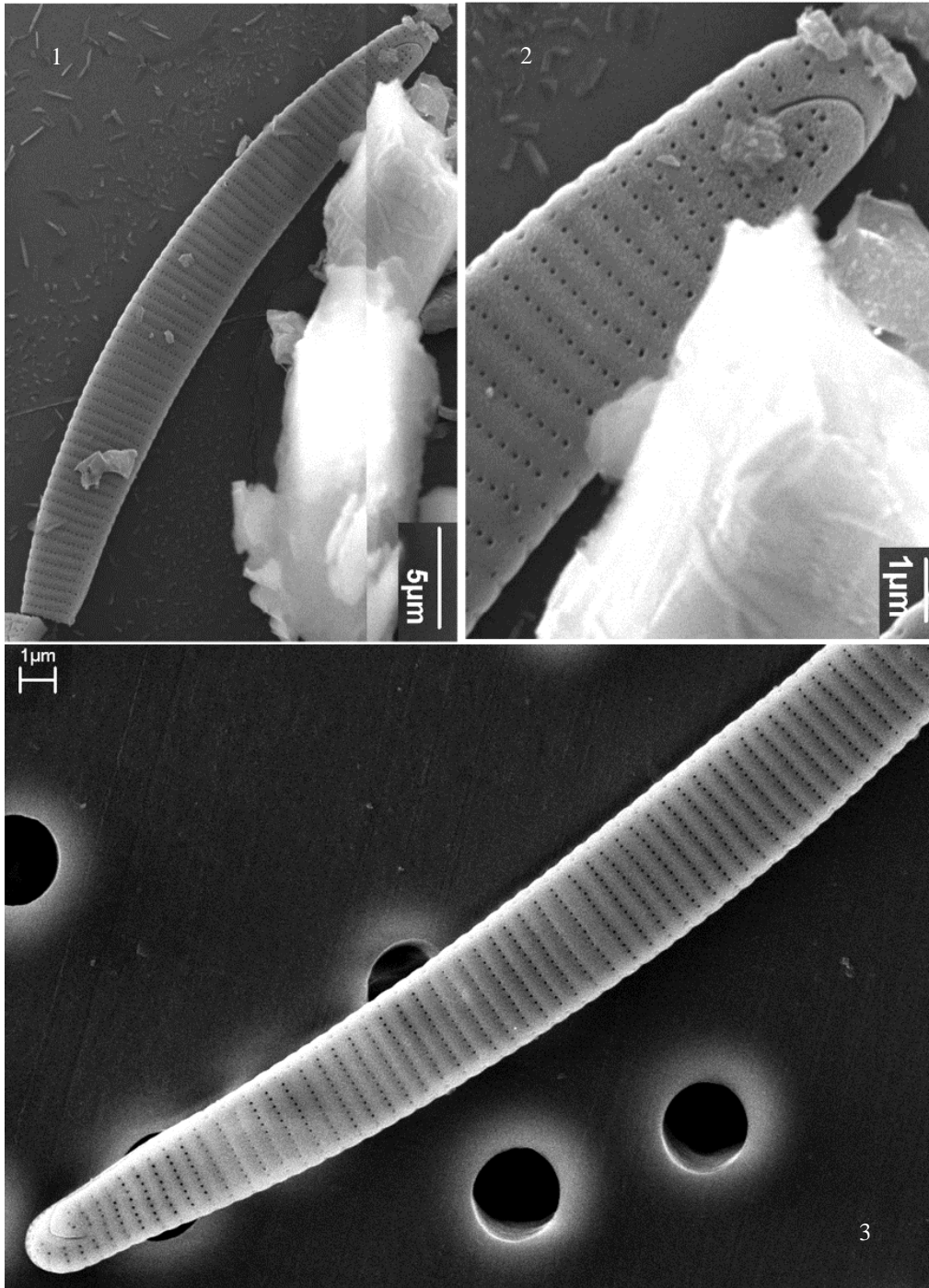


1-7



8-11

Microscopie photonique. *Eunotia bilunaris* form. 2 1 – 11. Vues valvaires. *La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – 1,3 Octobre 2011. 2, 4-8, 10 Avril 2010. 9, 11 Octobre 2009.*



Microscopie électronique. *Eunotia bilunaris* form. 2 1–3. Vues valvaires externes. 2 détail extrémité distale. 1–3 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Octobre 2008.

***Eunotia botuliformis* Wild, Nörpel & Lange–Bertalot in Lange–Bertalot 1993 [EBOT] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 8–44 ; largeur (μm) : 2,6–3,8 ;
nombre de stries en 10 μm : 15–21.

Préférences écologiques

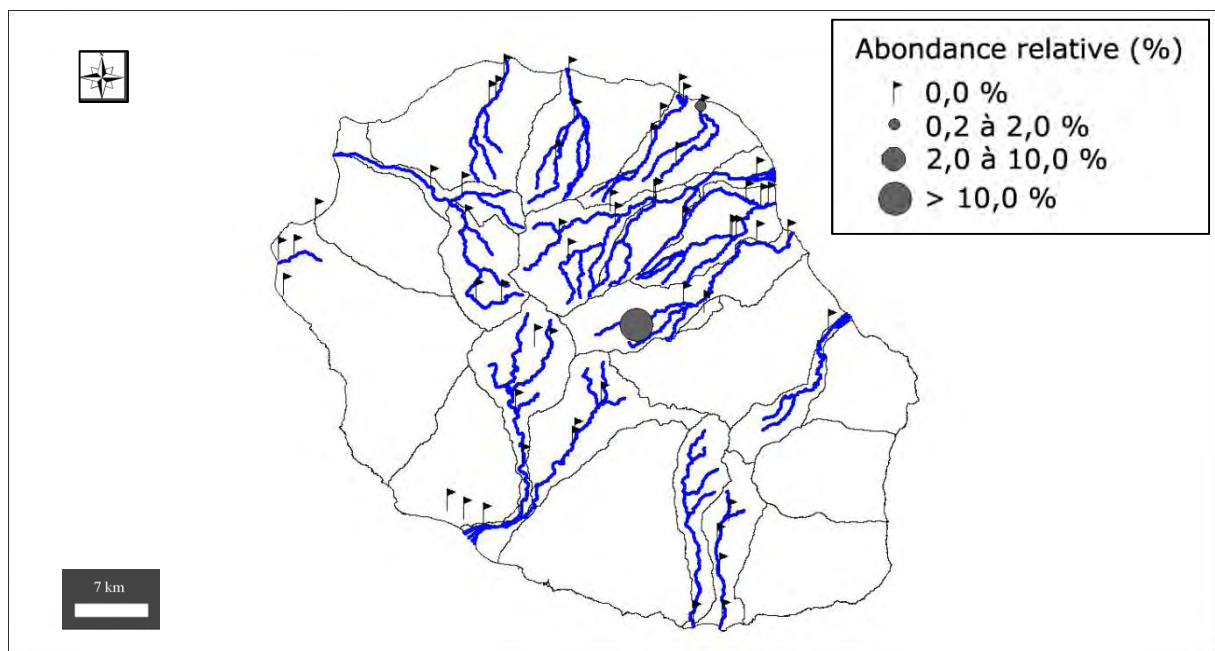
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 4,32 (0,69).
Taux de saturation en oxygène (%) : 81,7 (20,5). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,45).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,00 (0,49). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,05 (0,10). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 0,30 (1,01). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 0,41 (1,18). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 7,7
(14,5). pH (unité pH) : 6,4 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,31 (0,28). Titre alcalimétrique
complet ($^{\circ}\text{f}$) : 0,35 (0,51).

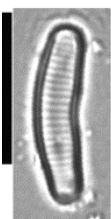
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 22,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 7,60.



Planche



1

Microscopie photonique. *Eunotia botuliformis* 1 vue valvaire. 1 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour).

***Eunotia exigua* (Brébisson in Kützing) Rabenhorst 1864 [EEXI] ***

Basionyme : *Himantidium exiguum* Brebisson in Kützing 1849

Synonyme : *Himantidium exiguum* Brebisson in Kützing 1849

Morphométrie : longueur (μm) : 6,0–27,4 ; largeur (μm) : 3–4 ;
nombre de stries en 10 μm : 19–24.

Préférences écologiques

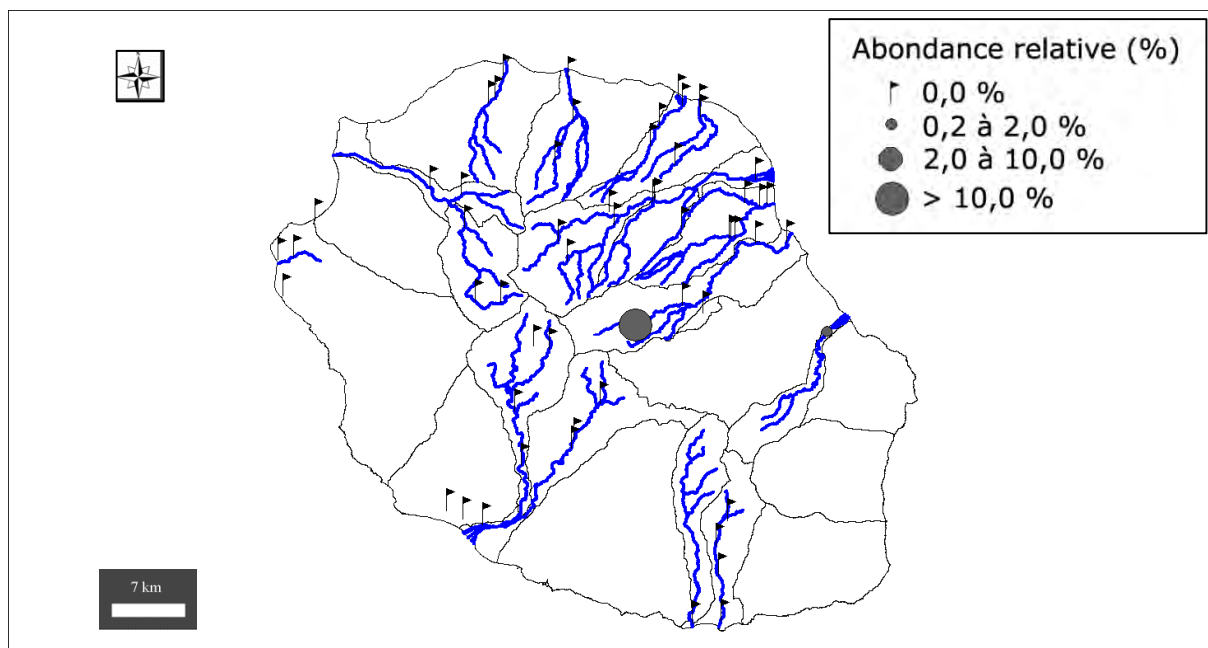
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 4,51 (1,45).
Taux de saturation en oxygène (%) : 72,4 (27,1). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,02).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,79 (0,44). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,09 (0,12). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 0,28 (0,56). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 0,36 (0,24). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 10,8
(7,6). pH (unité pH) : 6,3 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,30 (0,05). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 0,37 (0,38).

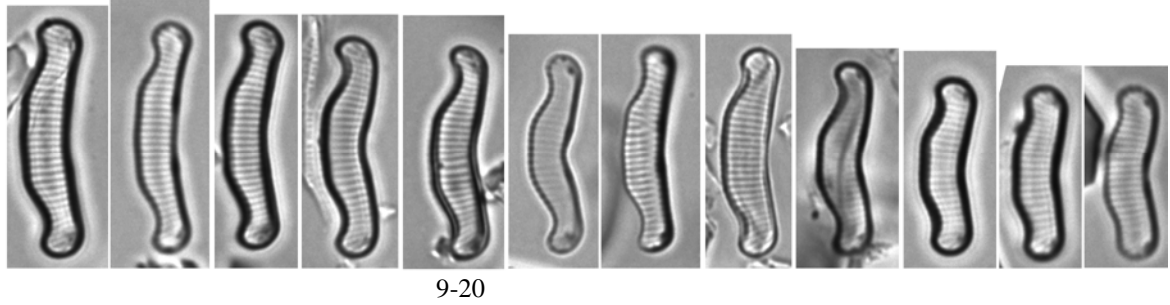
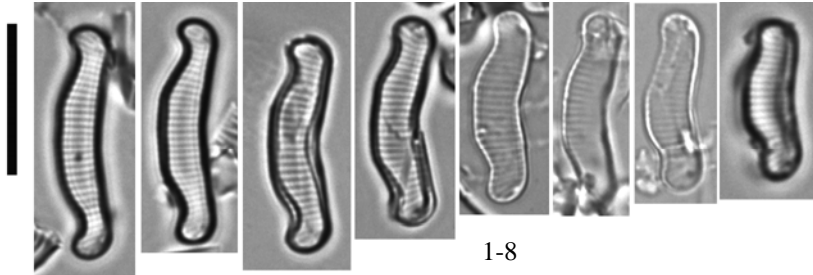
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 16,2.

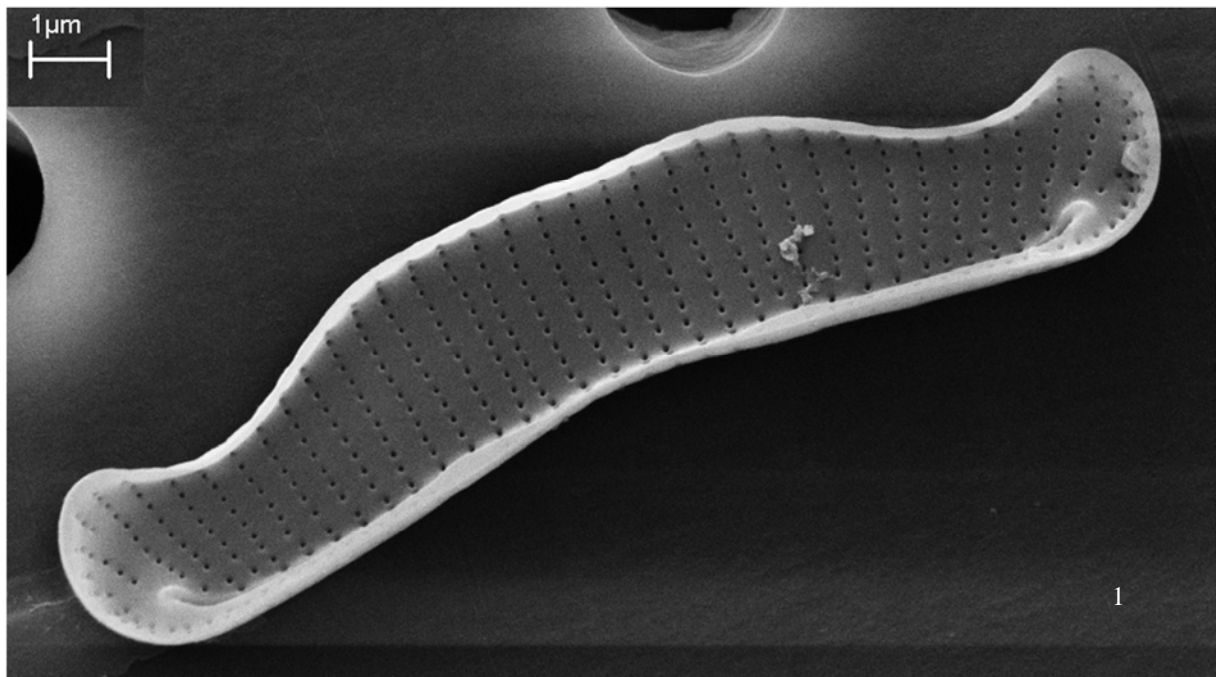
Moyenne des fréquences d'apparition : 7,37.



Planches



Microscopie photonique. *Eunotia exigua* 1–20 Vues valvaires. 1–20 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Octobre 2010.



Microscopie électronique. *Eunotia exigua* 1 Vue valvaire, vue interne. 1 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Octobre 2010.

***Eunotia minor* (Kützing) Grunow in Van Heurck 1881 [EMIN] ***

Basionyme : *Himantidium minus* Kützing 1844

Synonymes : *Eunotia pectinalis f. minor* (Kützing) A. Berg 1939, *Himantidium pectinale* var. *minus* (Kützing) Rabenhorst 1847, *Himantidium minus* Kützing 1844, *Himantidium pectinale* var. *minus* (Kützing) Grunow 1862, *Eunotia pectinalis* var. *minor* (Kützing) Rabenhorst 1864, *Eunotia pectinalis* var. *minus* (Kützing) Rabenhorst 1864, *Eunotia pectinalis f. minor* (Kützing) Müller 1910

Morphométrie : longueur (μm) : 13,8–45,2 ; largeur (μm) : 3,8–7,3 ;
nombre de stries en 10 μm : 9–14.

Préférences écologiques

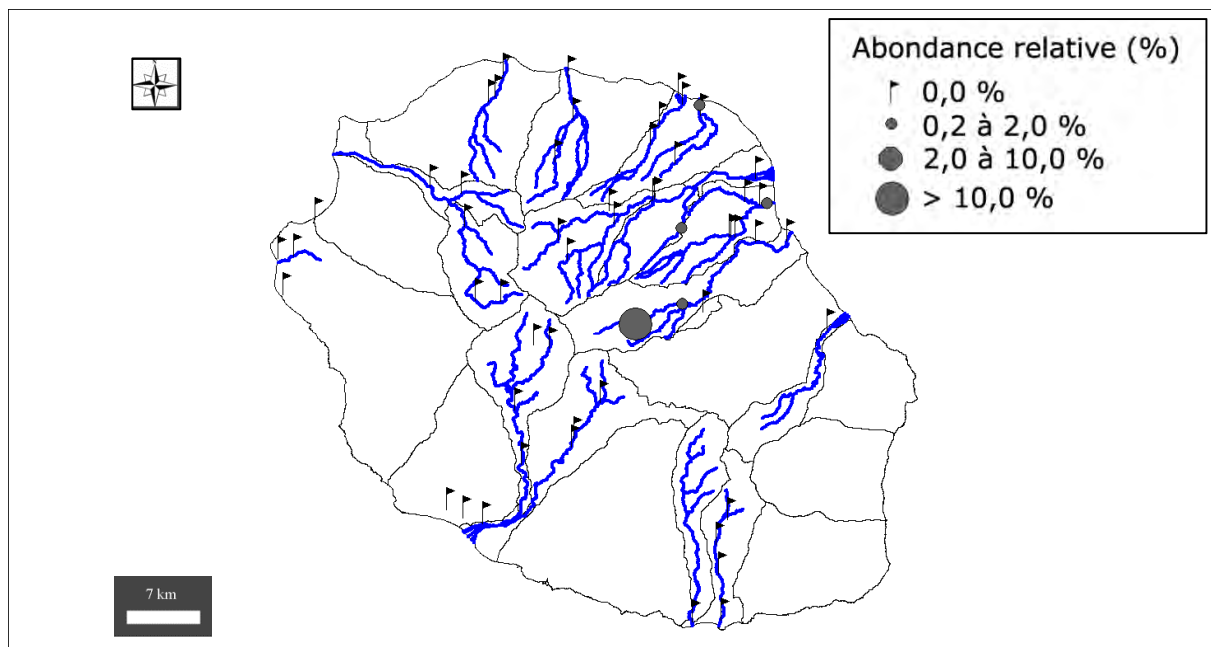
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 5,32 (1,70). Taux de saturation en oxygène (%) : 88,0 (26,8). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,01). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,87 (0,35). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,09). Calcium (mg(Ca)/L) : 0,30 (0,61). Chlorures (mg(Cl)/L) : 0,40 (0,68). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 11,6 (9,1). pH (unité pH) : 6,7 (0,7). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,31 (0,15). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,34 (0,31).

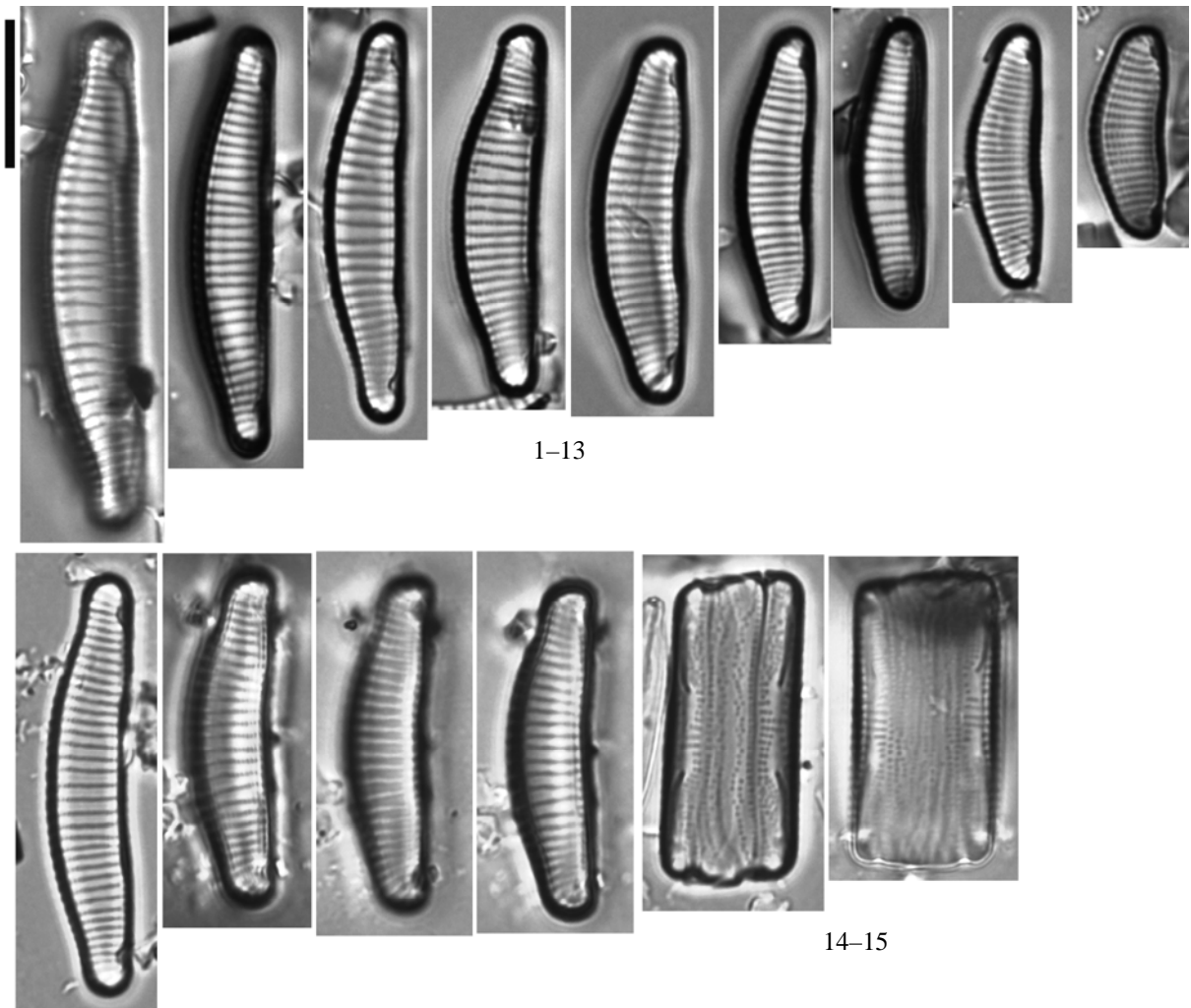
Distribution

Occurrence : 11. Abondance relative maximale (%) : 63,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 12,69.



Planche



Microscopie photonique. *Eunotia minor* 1–13 Vues valvaires. 14–15 Vues connectives. 1–15 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Octobre 2009.

***Eunotia* sp. n°9 [EUN9] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 19,9–22,1 ; largeur (μm) : 3,6–3,9 ;
nombre de stries en 10 μm : 16–19.

Préférences écologiques

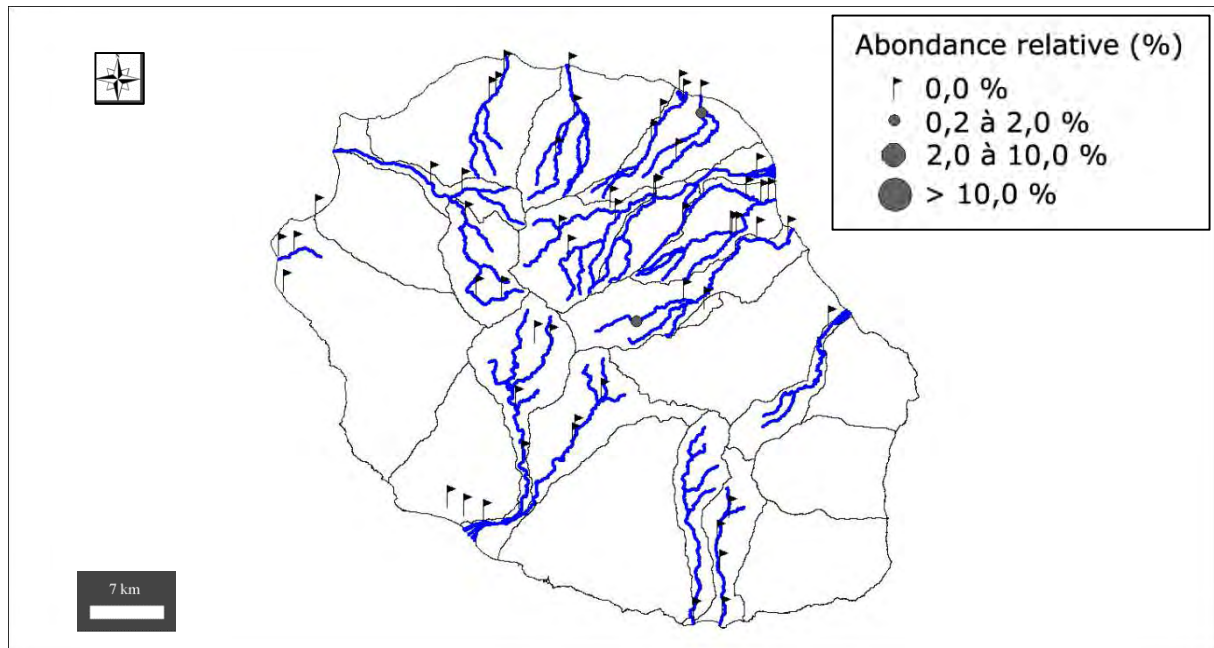
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 4,47 (2,21).
Taux de saturation en oxygène (%) : 90,4 (13,3). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,01).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,04 (0,20). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,03 (0,18). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 1,41 (3,42). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 1,66 (3,84). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 20,0
(31,4). pH (unité pH) : 6,7 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,66 (1,05). Titre alcalimétrique
complet ($^\circ\text{f}$) : 0,85 (1,57).

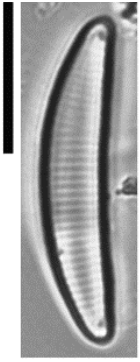
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 0,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,35.



Planche



1

Microscopie photonique. *Eunotia sp. n°9* 1 vue valvaire. 1 *La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Avril 2009.*

Sous-classe **Bacillariophycidae** Mann in Round et al. 1990

Ordre **Cymbellales** Mann in Round et al. 1990

Famille **Rhoicospheniaceae** Chen et Zhu 1983

Genre **Rhoicosphenia** Grunow 1860 [1]

Généritype : *Rhoicosphenia curvata* (Kützing) Grunow 1860

***Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bertalot 1980 [RABB] ***

Basionyme : *Gomphonema abbreviatum* C. Agardh 1831

Synonyme : *Gomphonema abbreviatum* C. Agardh 1831

Morphométrie : longueur (µm) : 10–52; largeur (µm) : 3–8 ;
nombre de stries en 10 µm : 11–20.

Préférences écologiques

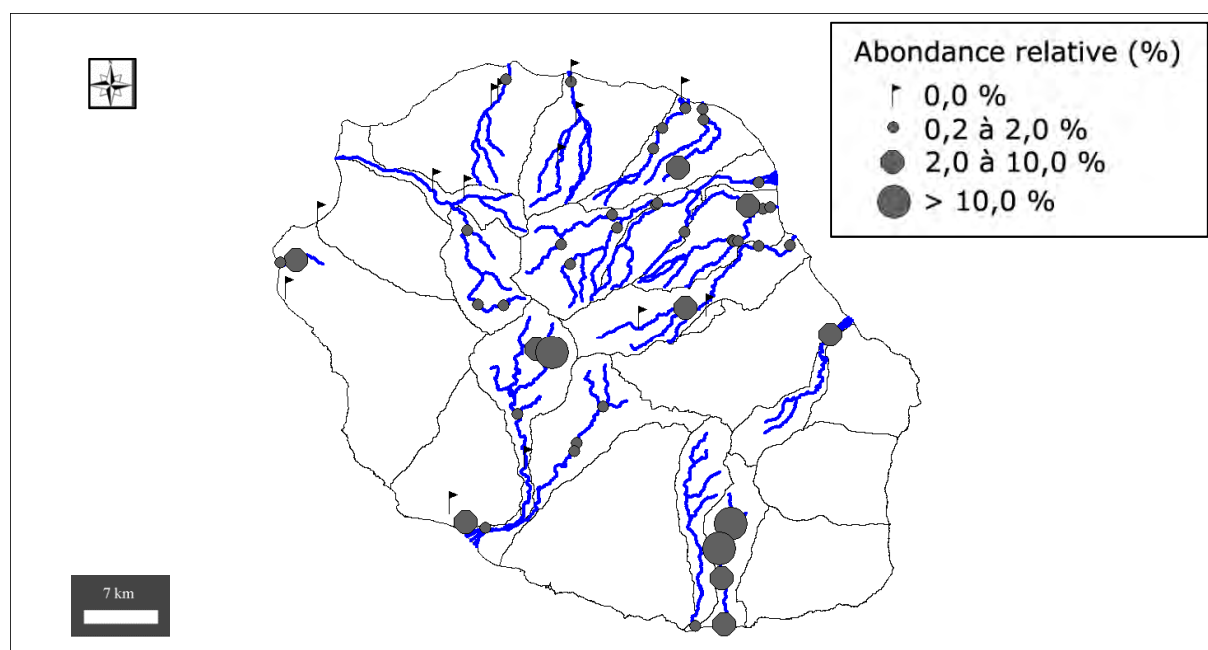
IndVal « Multipattern » : 5 + 7 + 8 + 12 + 19 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,02). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 0,86 (0,84).
Taux de saturation en oxygène (%) : 96,3 (17,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,11 (0,10).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,94 (0,57). Phosphore total (mg(P)) : 0,06 (0,04). Calcium
(mg(Ca)/L) : 17,27 (12,26). Chlorures (mg(Cl)/L) : 5,23 (11,43). Conductivité (µS/cm) :
207,3 (147,0). pH (unité pH) : 8,1 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 19,57 (33,51). Titre
alcalimétrique complet (°f) : 8,26 (4,74).

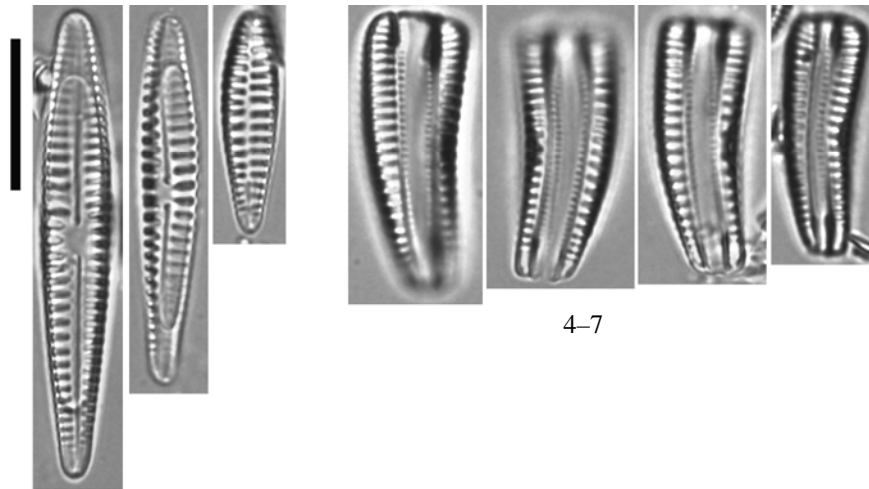
Distribution

Occurrence : 143. Abondance relative maximale (%) : 27.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,76.



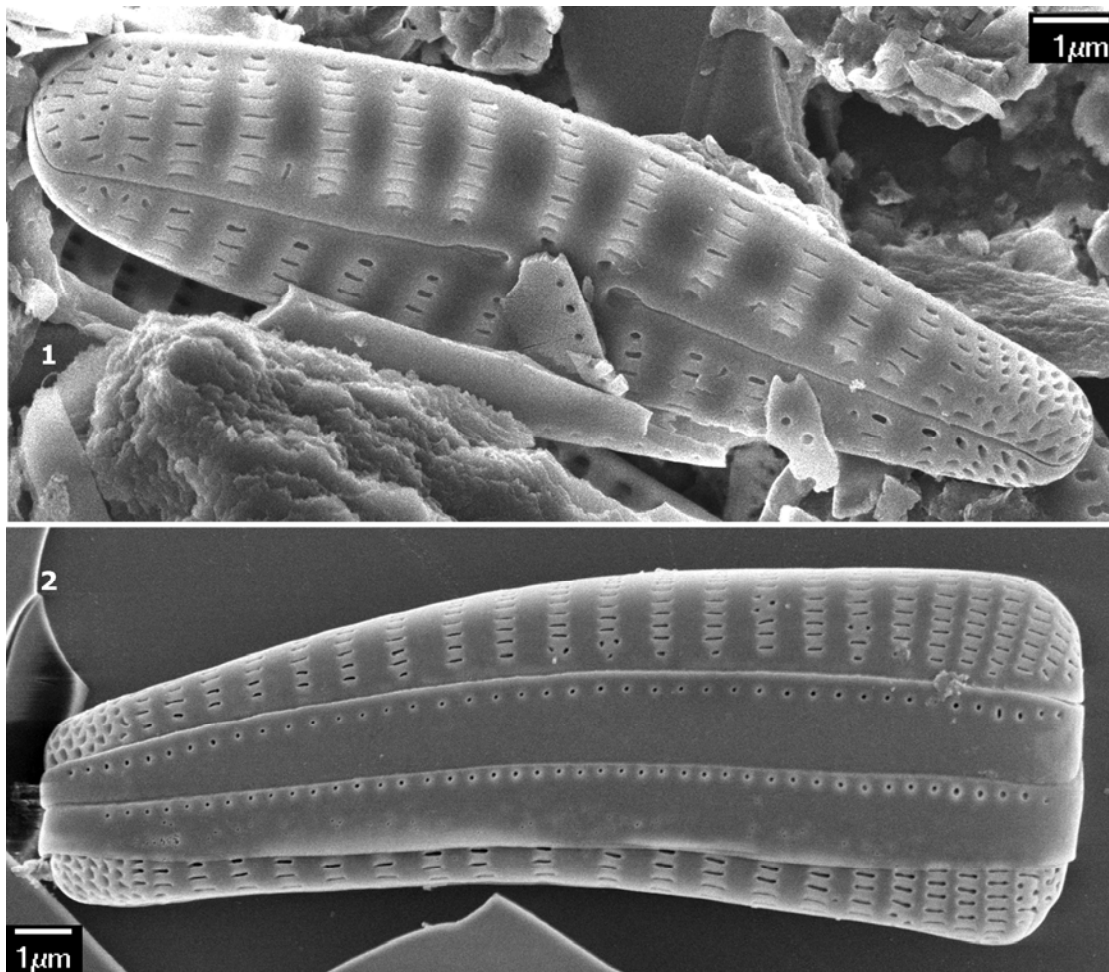
Planches



1-3

4-7

Microscopie photonique. *Rhoicosphenia abbreviata* 1-3 Vues valvaires. 4-7 vues connectives. 1-7 Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec) – Octobre 2008.



Microscopie électronique. *Rhoicosphenia abbreviata* 1 Vue valvaire, vue externe. 2 Vue externe, vue connective. 1 La Rivière des Remparts à Le Butor – Avril 2010, 2 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2009.

Famille **Cymbellaceae** Greville 1833

Genre *Crucicostulifera* Taylor & Lange–Bertalot 2010 [1]

Généritype : *Crucicostulifera areolata* (Hustedt) Taylor & Lange–Bertalot 2010

Crucicostulifera bebourensis Coste, Le Cohu & Gassiole *sp. nov. (soumis)* [CRCD] *

Morphométrie : longueur (μm) : 25,4–69,0 ; largeur (μm) : 7,9–12,5 ;
nombre de stries en 10 μm : 12–13.

Préférences écologiques

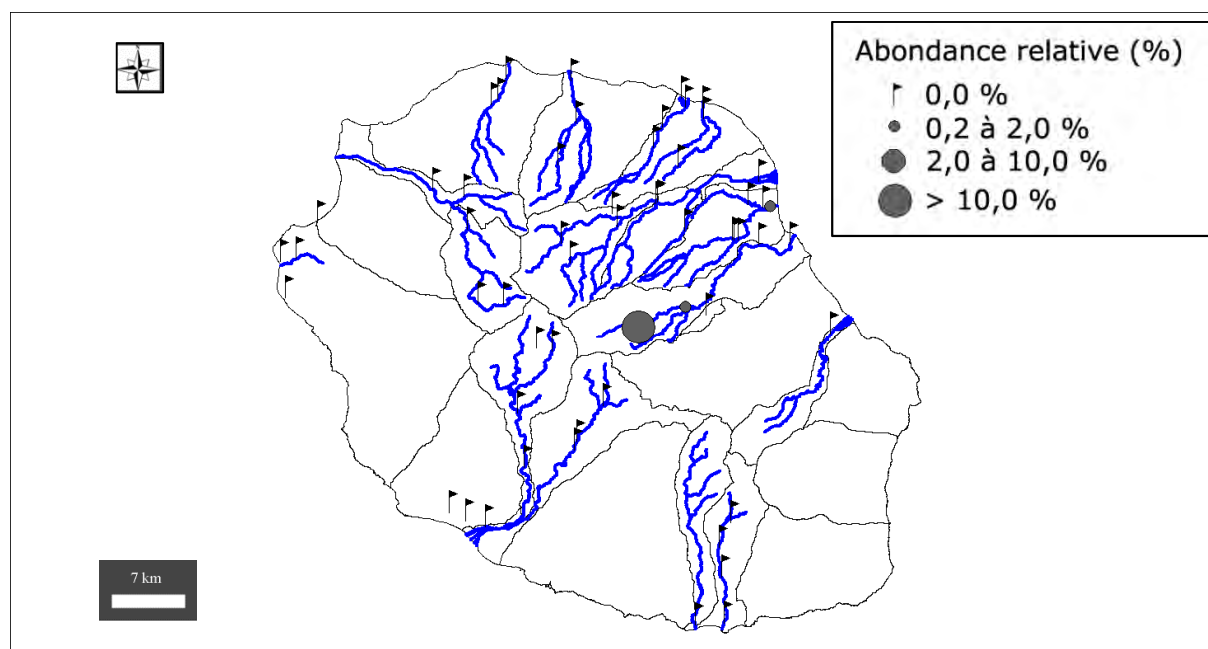
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 3,43 (1,25).
Taux de saturation en oxygène (%) : 84,0 (33,4). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,45).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,51 (1,02). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,05 (0,16). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 0,26 (0,36). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 0,36 (0,42). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 9,6 (6,1).
pH (unité pH) : 6,4 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,30 (0,07). Titre alcalimétrique complet (°f)
: 0,38 (0,21).

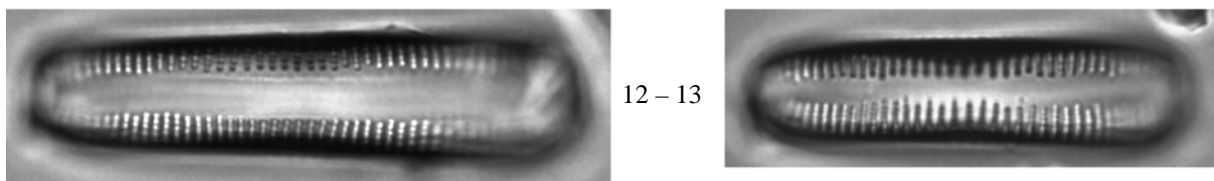
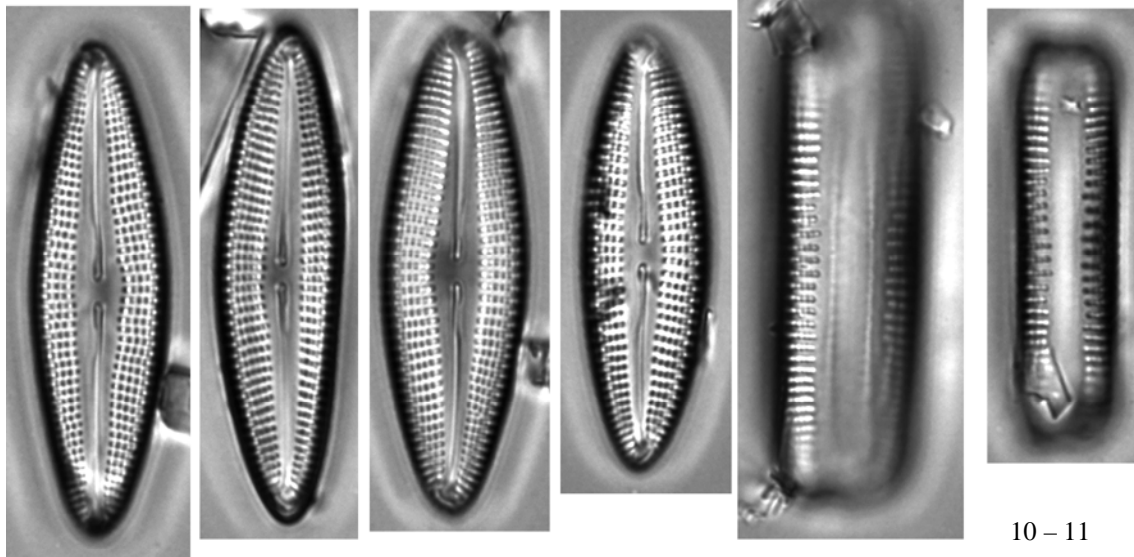
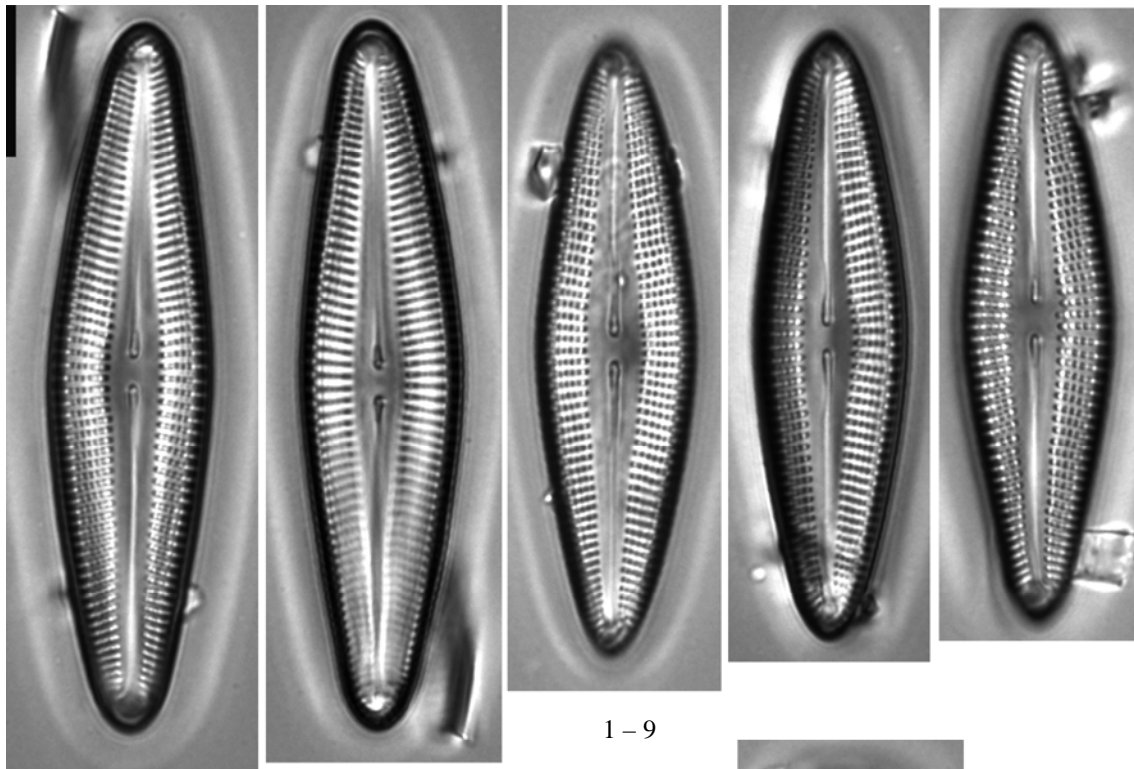
Distribution

Occurrence : 8. Abondance relative maximale (%) : 51,2.

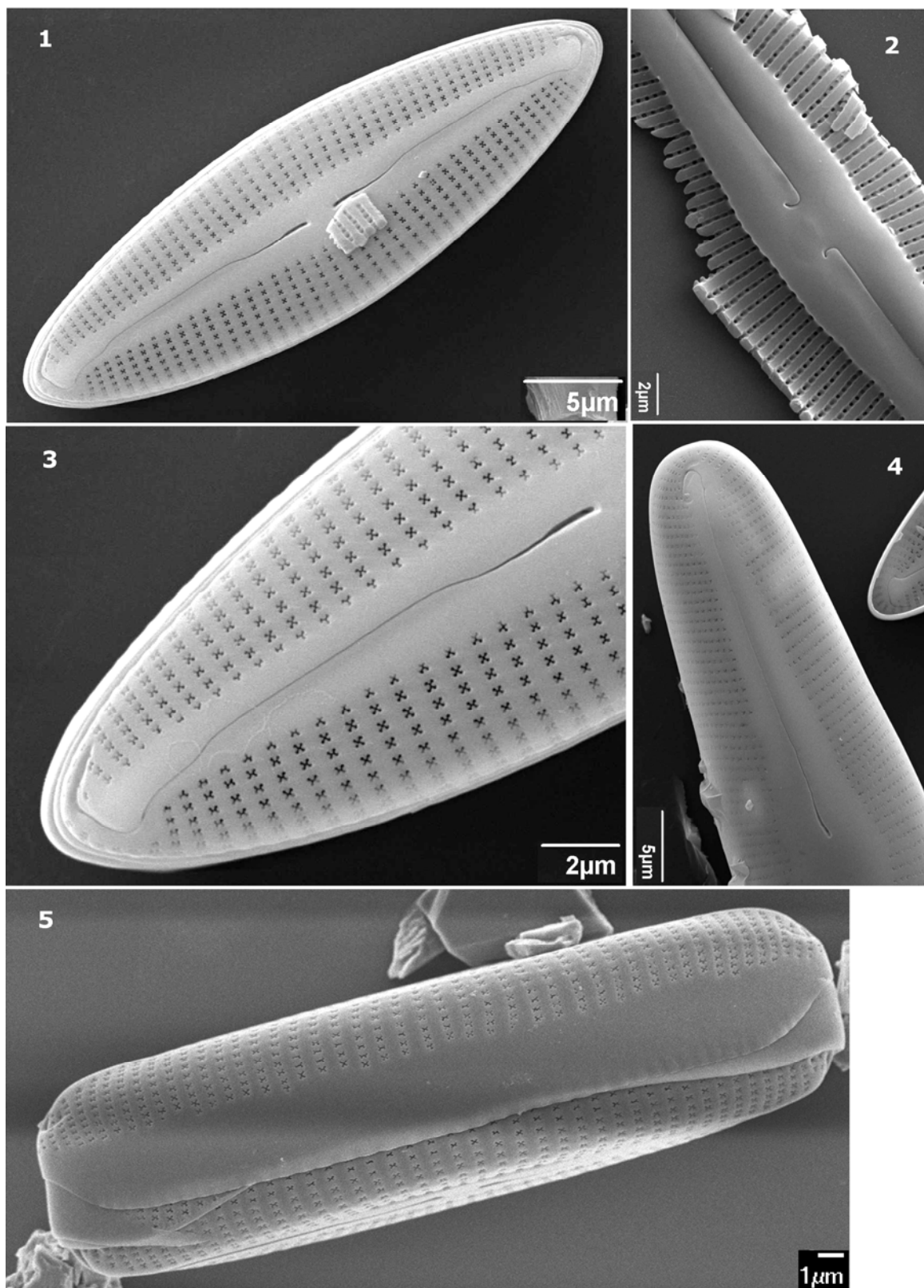
Moyenne des fréquences d'apparition : 7,75.



Planches



Microscopie photonique. *Crucicostulifera bebourensis* 1-9 Vues valvaires. 10-13 vues connectives. 1-13 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Octobre 2008.



Microscopie électronique. *Crucicostulifera bebourensis* 1–2 vues externes–vues valvaires. 3 vue externe–vue valvaire. 4 vue interne–vue valvaire 5 vue externe–vue connective. 1–5 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Octobre 2008.

Genre *Cymbopleura* (K. Krammer) K. Krammer [1]

Généritype : *Cymbella subaequalis* Grunow in Van Heurck 1880

***Cymbopleura aff. diminuta* [CDMN]**

Cymbopleura diminuta (Grunow) K. Krammer 2003

Basionyme: *Cymbella obtusa* var. *diminuta* Grunow in Van Heurck 1882–1885

Synonymes : *Cymbella aequalis* var. *diminuta* (Grunow in Van Heurck) Cleve 1894, *Cymbella obtusa* var. *diminuta* Grunow in Van Heurck 1882–1885, *Cymbella diminuta* (Grunow) Reichardt 1994

Morphométrie : longueur (μm) : 70–130 ; largeur (μm) : 8–10 ;
nombre de stries en 10 μm : 8–10.

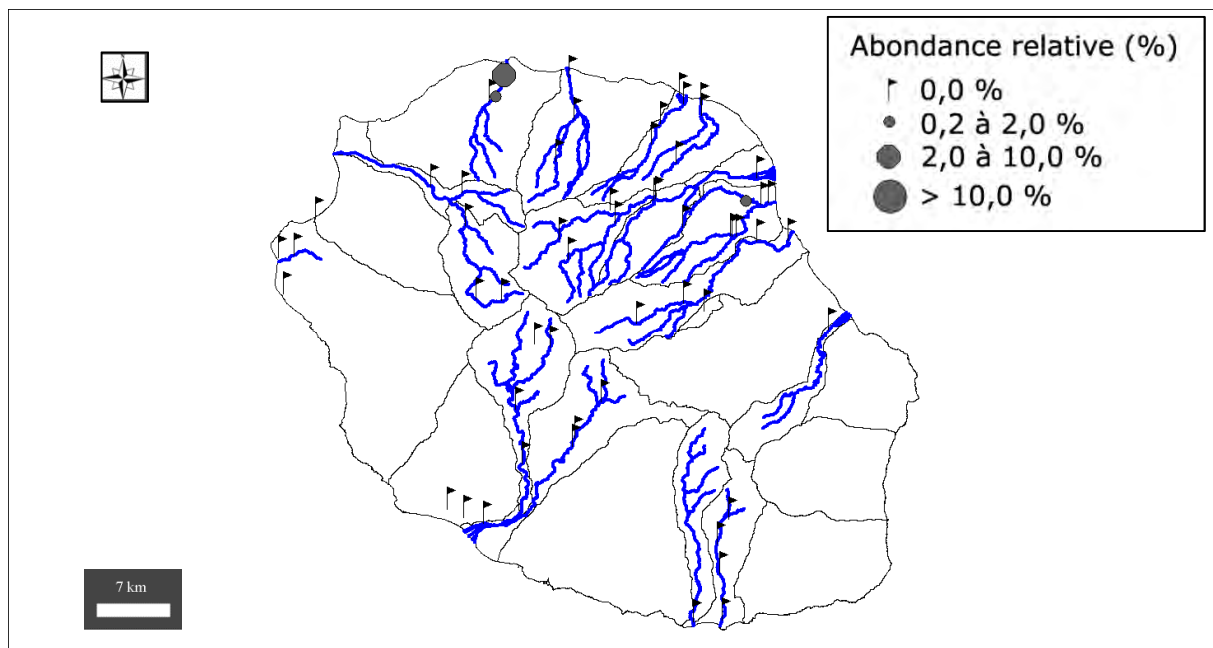
Préférences écologiques

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,74 (2,27). Taux de saturation en oxygène (%) : 100,8 (14,0). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,03 (0,04). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,04 (0,61). Phosphore total (mg(P)) : 0,03 (0,03). Calcium (mg(Ca)/L) : 8,79 (0,44). Chlorures (mg(Cl)/L) : 3,49 (0,25). Conductivité ($\mu\text{S/cm}$) : 110,3 (3,9). pH (unité pH) : 8,3 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,00 (15,24). Titre alcalimétrique complet (°f) : 5,37 (0,16).

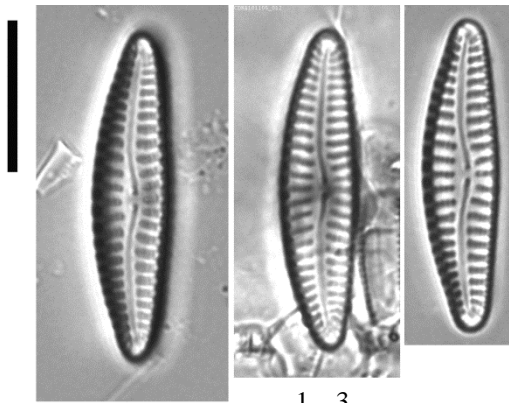
Distribution

Occurrence : 10. Abondance relative maximale (%) : 11,2.

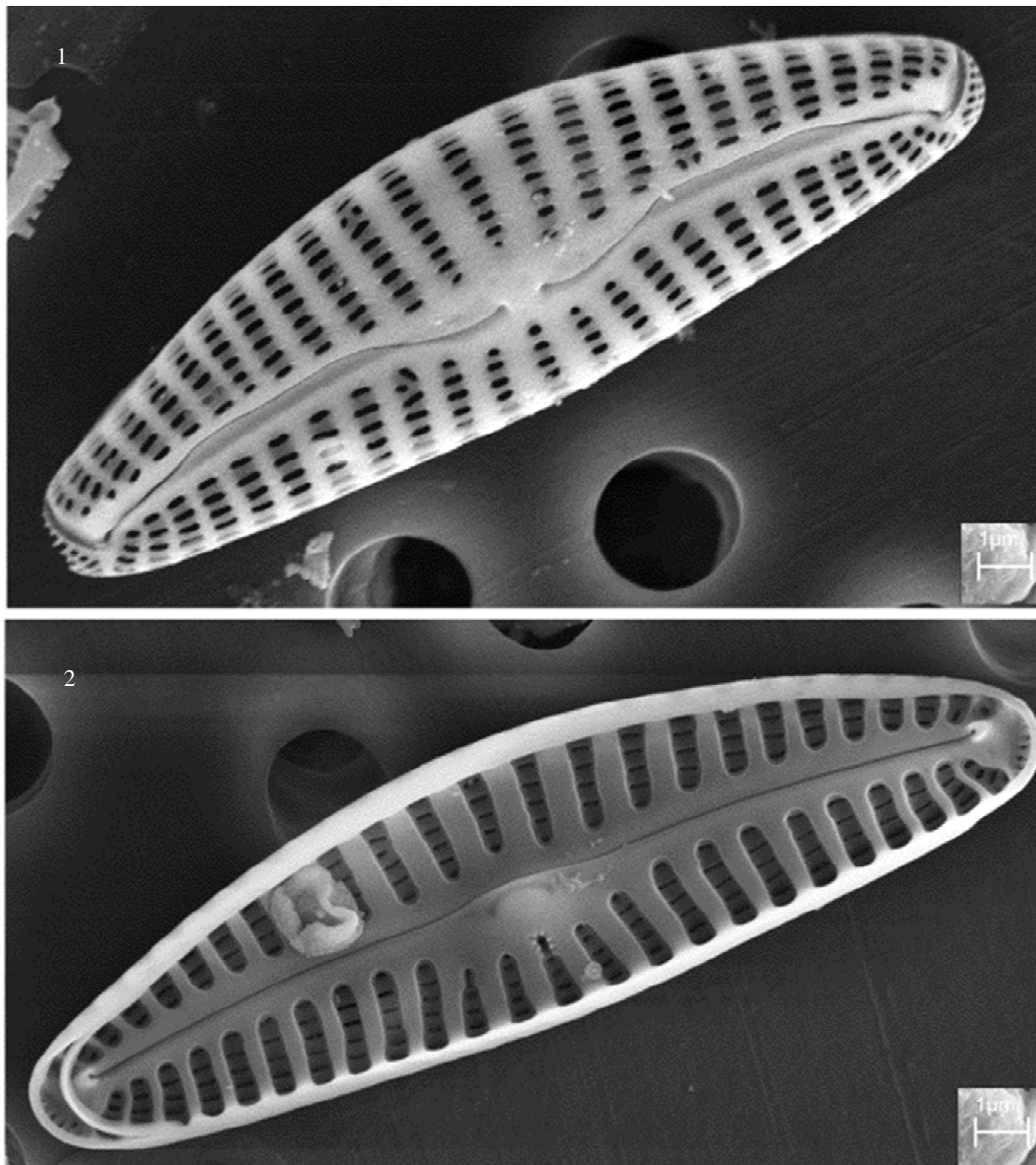
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,12.



Planches



Microscopie photonique. *Cymbopleura aff. diminuta* 1 vue valvaire. La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San – Octobre 2009.



Microscopie électronique. *Cymbopleura aff. diminuta* 1 valve, vue externe. 2 valve, vue interne. 1-2 La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San – Octobre 2009.

Genre *Cymbella* Agardh 1830 [8]

Généritype : *Cymbella cymbiformis* Agardh 1830

***Cymbella excisa* Kützing 1844 [CAEX] ***

Synonymes : *Encyonema ventricosum* var. *excisum* (Kützing) Mayer 1947, *Cocconema excisum* (Kützing) H.L. Smith 1876–1888, *Cymbella affinis* f. *excisa* (Kützing) Grunow according to Mills 1934, *Cymbella affinis* var. *excisa* (Kützing) Grunow 1882.

Morphométrie : longueur (μm) : 13,1–32,2 ; largeur (μm) : 5,1–9,9 ;
nombre de stries en 10 μm : 12–14.

Préférences écologiques

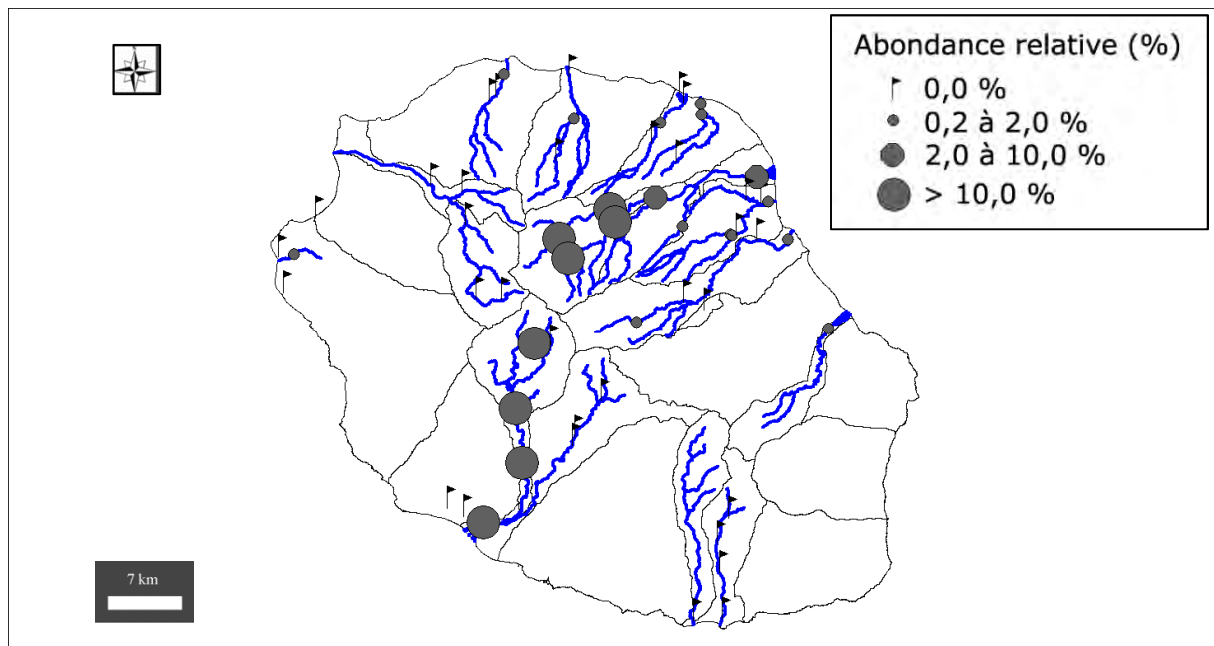
IndVal « Multipattern » : 4+5

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,35 (1,31). Taux de saturation en oxygène (%) : 101,2 (12,4). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,04 (0,04). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,89 (0,69). Phosphore total (mg(P)) : 0,04 (0,02). Calcium (mg(Ca)/L) : 25,67 (7,90). Chlorures (mg(Cl)/L) : 2,15 (1,63). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 291,3 (82,2). pH (unité pH) : 8,8 (0,3). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 13,40 (11,60). Titre alcalimétrique complet (°f) : 14,68 (5,56).

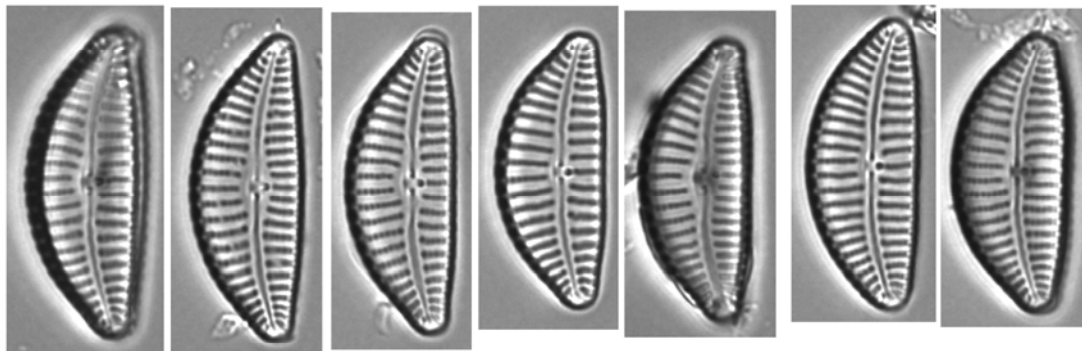
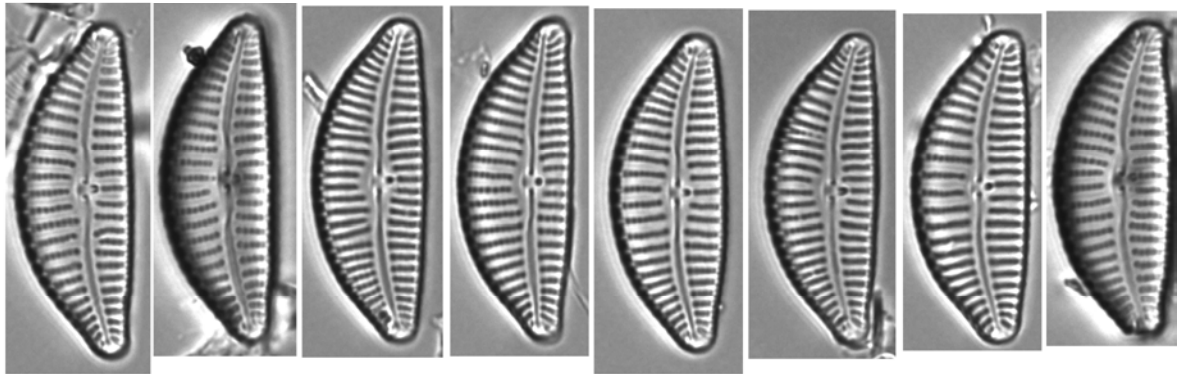
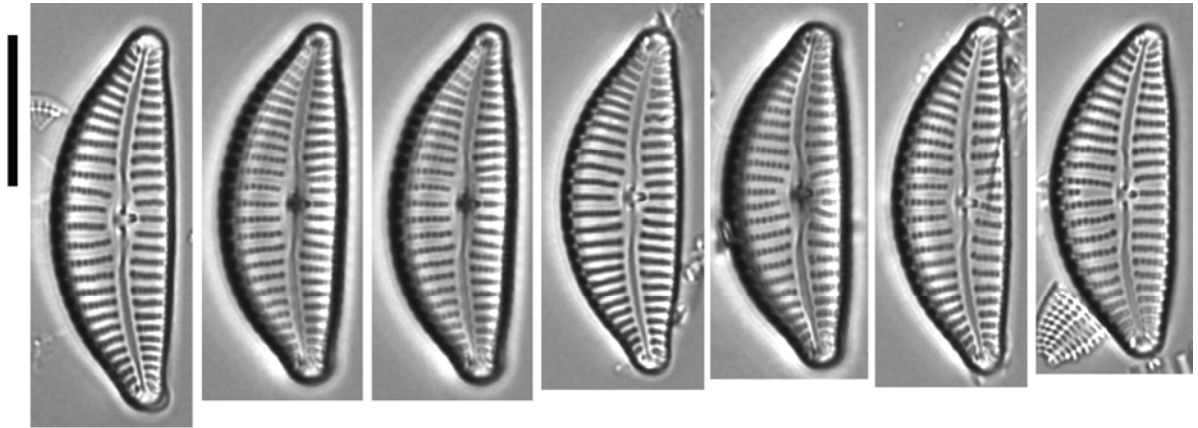
Distribution

Occurrence : 73. Abondance relative maximale (%) : 54,6.

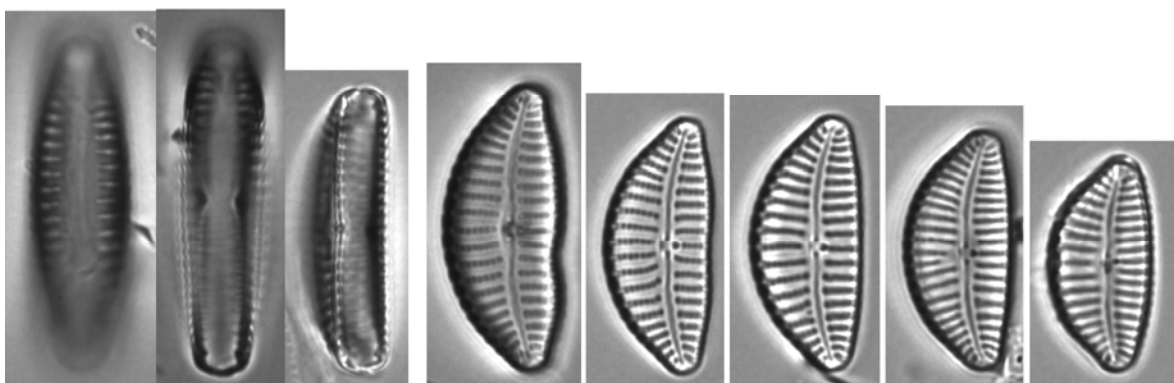
Moyenne des fréquences d'apparition : 7,04.



Planches

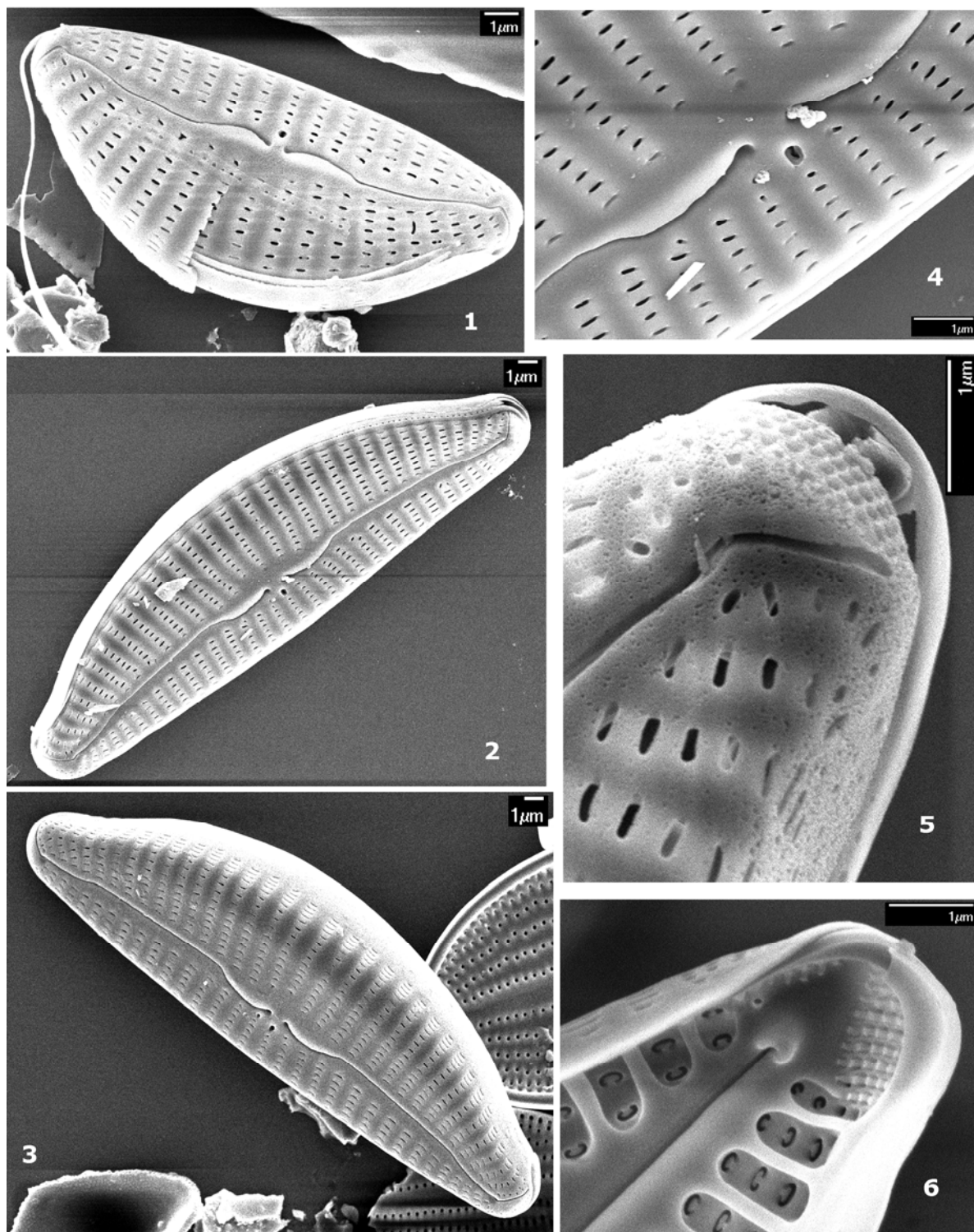


1-22



23-29

Microscopie photonique. *Cymbella excisa* 1-22, 26-29 vues valvaires. 23-25 vues connectives. 1-22 *La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52 – Octobre 2009.* 26-29 *Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2009.*



Microscopie électronique. *Cymbella excisa* 1–5 vues externes, 4–5 détails. 6 vue interne, détail partie distale. 1,3,6 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2009. 2, 4, 5 La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52 – Octobre 2009.

Cymbella tropica Krammer 2002 [CTRO] *

Morphométrie : longueur (μm) : 35–44 ; largeur(μm) : 10–12 ;
nombre de stries en 10 μm : 9–11.

Préférences écologiques

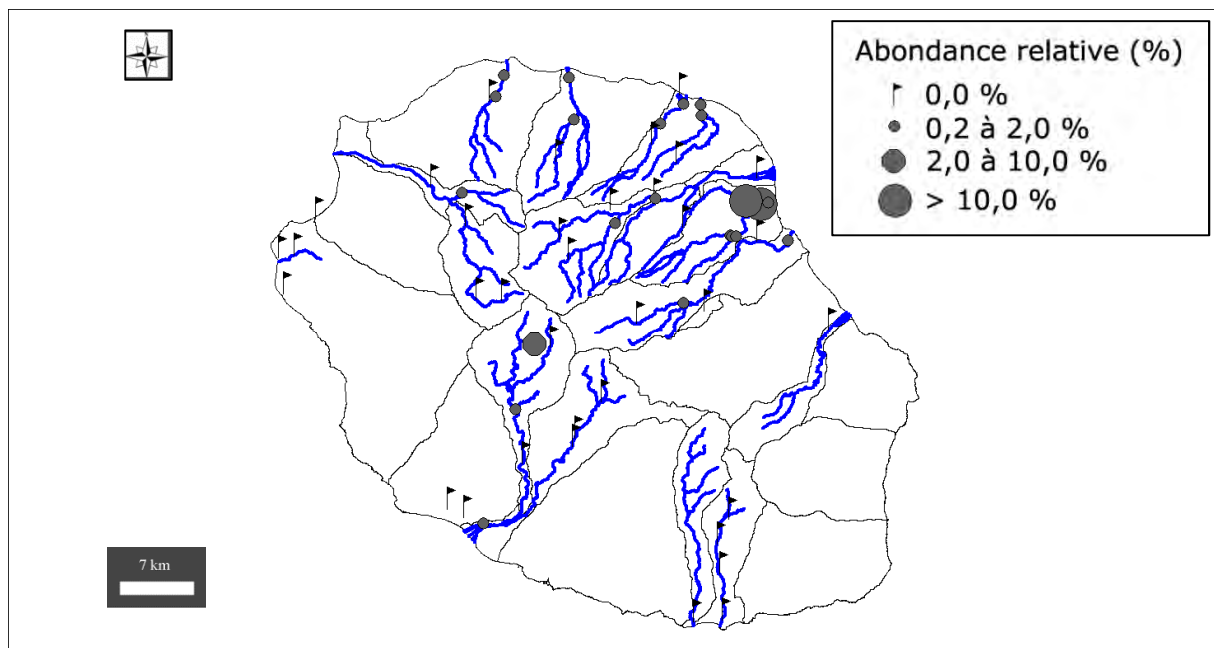
IndVal « Multipattern » : 8+21

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,07 (1,12).
Taux de saturation en oxygène (%) : 96,9 (10,1). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,02).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,14 (0,43). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,11 (0,14). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 5,99 (2,48). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 6,54 (2,10). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 91,7
(23,1). pH (unité pH) : 7,7 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 1,17 (1,98). Titre alcalimétrique
complet ($^\circ\text{f}$) : 3,59 (1,33).

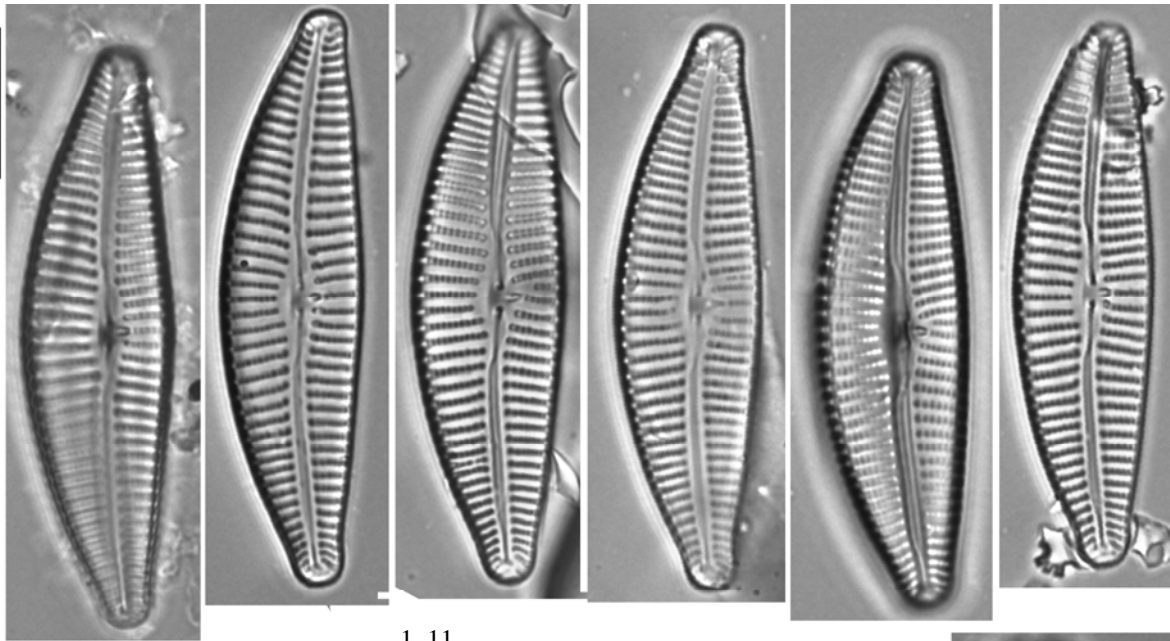
Distribution

Occurrence : 59. Abondance relative maximale (%) : 30,8.

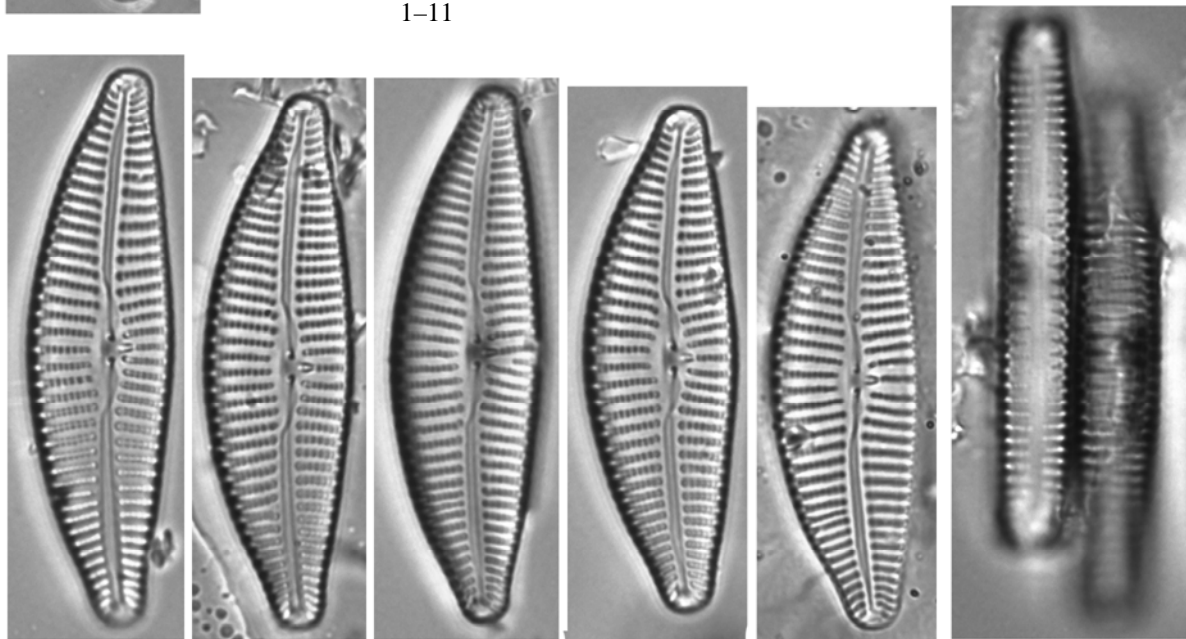
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,17.



Planches

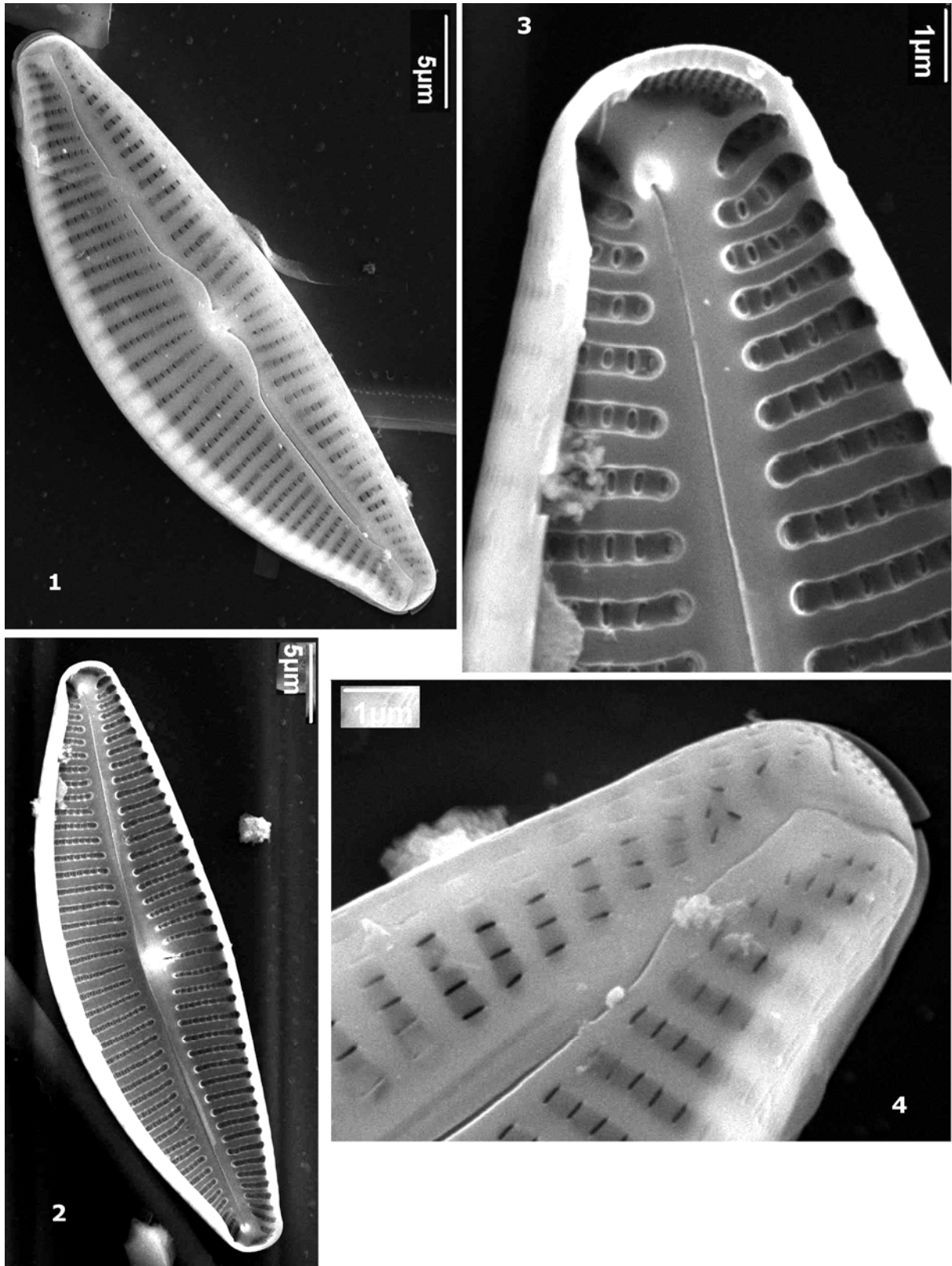


1-11



12

Microscopie photonique. *Cymbella tropica* 1-11 Vues valvaires. 12 vues connectives. 1-12
Le Bras Panon aux Avocatiers – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Cymbella tropica* 1 vue externe. 2 vue interne. 3 vue interne, détail, partie distale. 4 vue externe, détail, partie distale. 1–3 Le Bras Panon aux Avocats – Avril 2009.

Genre *Encyonema* Kützing 1833 [7]

Généritype : *Encyonema paradoxum* Kützing 1833

***Encyonema stigmoideum* Krammer 1997 [ESTI] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 18,0–37,3 ; largeur (μm) : 5,1–8,5 ;
nombre de stries en 10 μm : 10–13.

Préférences écologiques

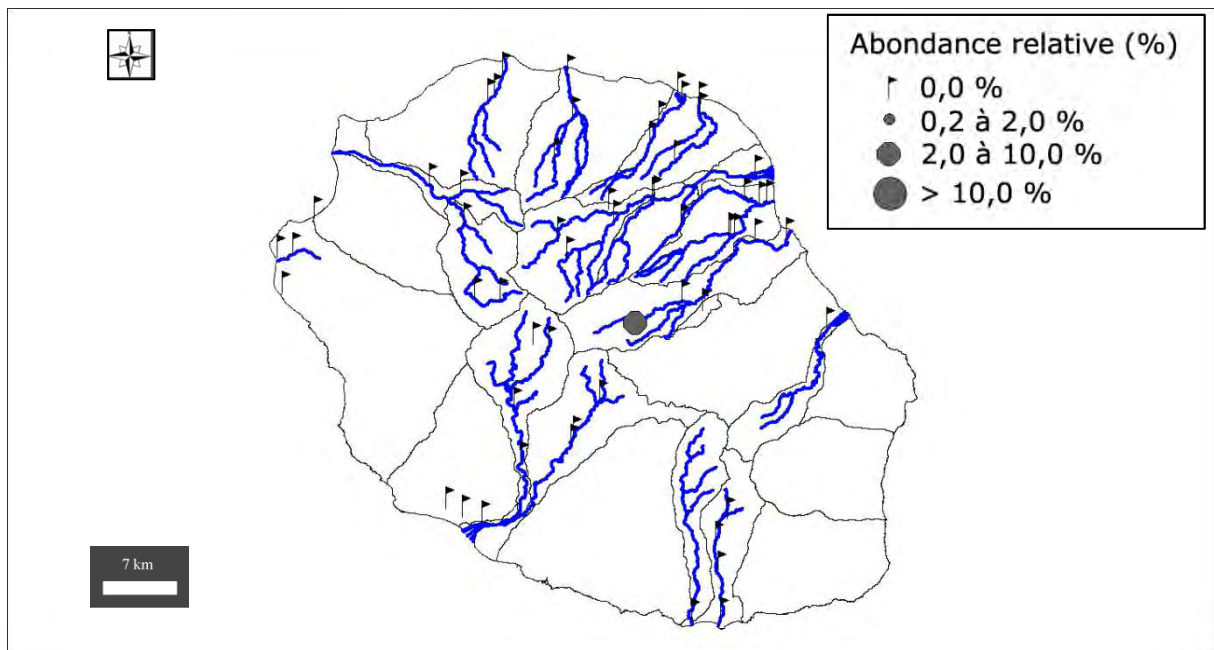
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 6,21 (1,46).
Taux de saturation en oxygène (%) : 90,4 (45,4). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,01).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,73 (0,55). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,08 (0,17). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 0,25 (6,22). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 0,35 (45,47). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 12,2
(5,3). pH (unité pH) : 6,9 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,30 (15,24). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 0,30 (0,05).

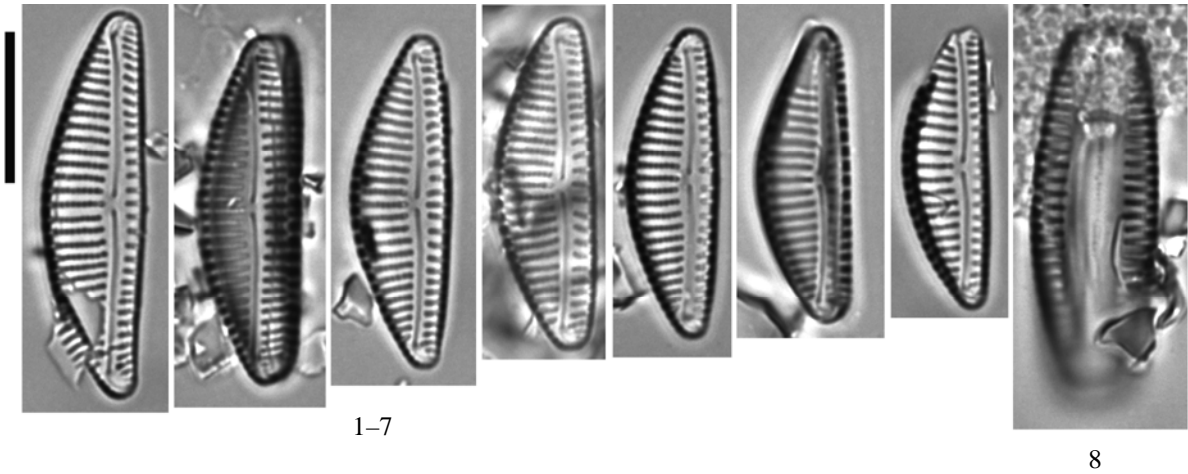
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 6,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 2,10.



Planche



Microscopie photonique. *Encyonema stigmoides* 1–7 vues valvaires. 8 vue connective. 1–8 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Octobre 2009.

Genre *Encyonopsis* Krammer 1997 [3]

Généritype : *Encyonopsis cesatii* (Rabenhorst) Krammer 1997

Encyonopsis cilaosensis Le Cohu & Gassiole *sp. nov.* (soumis) [ECIL]

Morphométrie : longueur (μm) : 7,3–12,1 ; largeur (μm) : 3,3–4,1 ;
nombre de stries en 10 μm : 21–24.

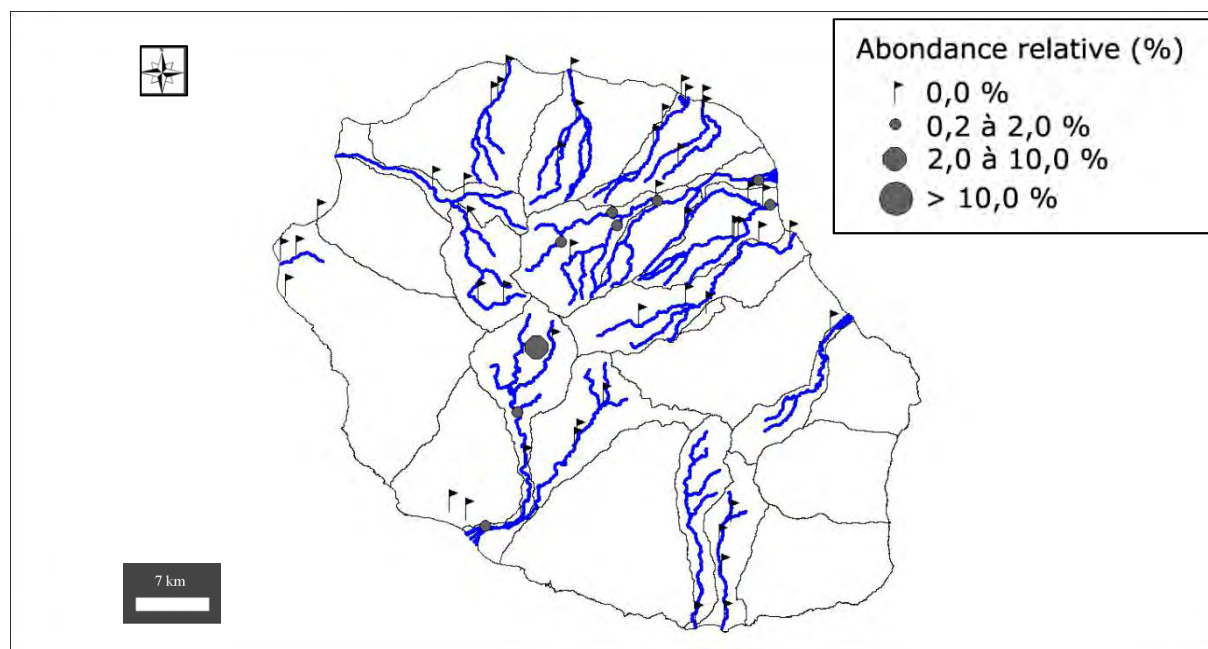
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,00 (1,20).
Taux de saturation en oxygène (%) : 103,8 (21,5). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,04 (0,02).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,39 (0,55). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,07 (0,03).
Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 20,16 (4,94). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 2,84 (0,51). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 232,4 (58,5).
pH (unité pH) : 8,5 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 11,34 (11,08). Titre alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 10,65 (2,70).

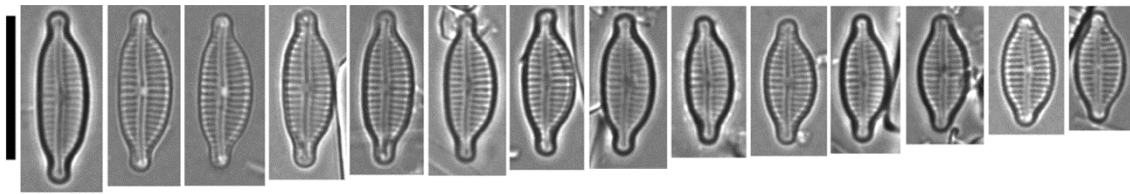
Distribution

Occurrence : 16. Abondance relative maximale (%) : 3,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,55.

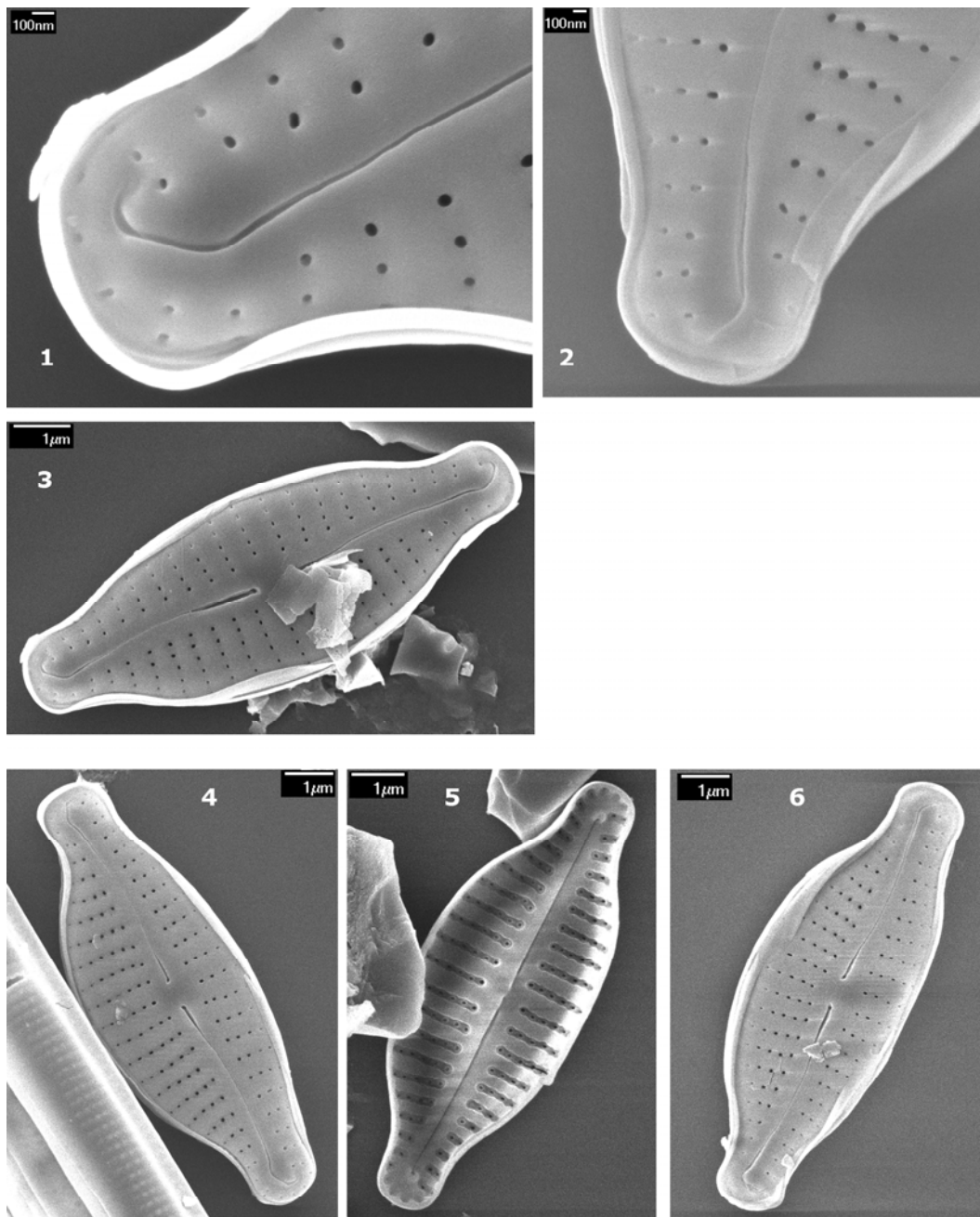


Planches



1–14

Microscopie photonique. *Encyonopsis cilaosensis* 1–14 Vues valvaires. 1–14 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2010.



Microscopie électronique. *Encyonopsis cilaosensis* 1–2– Vue externe, détail partie distale. 3, 4, 6 – Vue valvaire, vue externe. 5 Vue valvaire, vue interne. 1–6 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2010.

***Encyonopsis palmeti* Gassiole & Le Cohu sp. nov. (soumis) [ECP1] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 15,4–24,2 ; largeur (μm) : 4,0–5,2
nombre de stries en 10 μm : 22–26.

Préférences écologiques

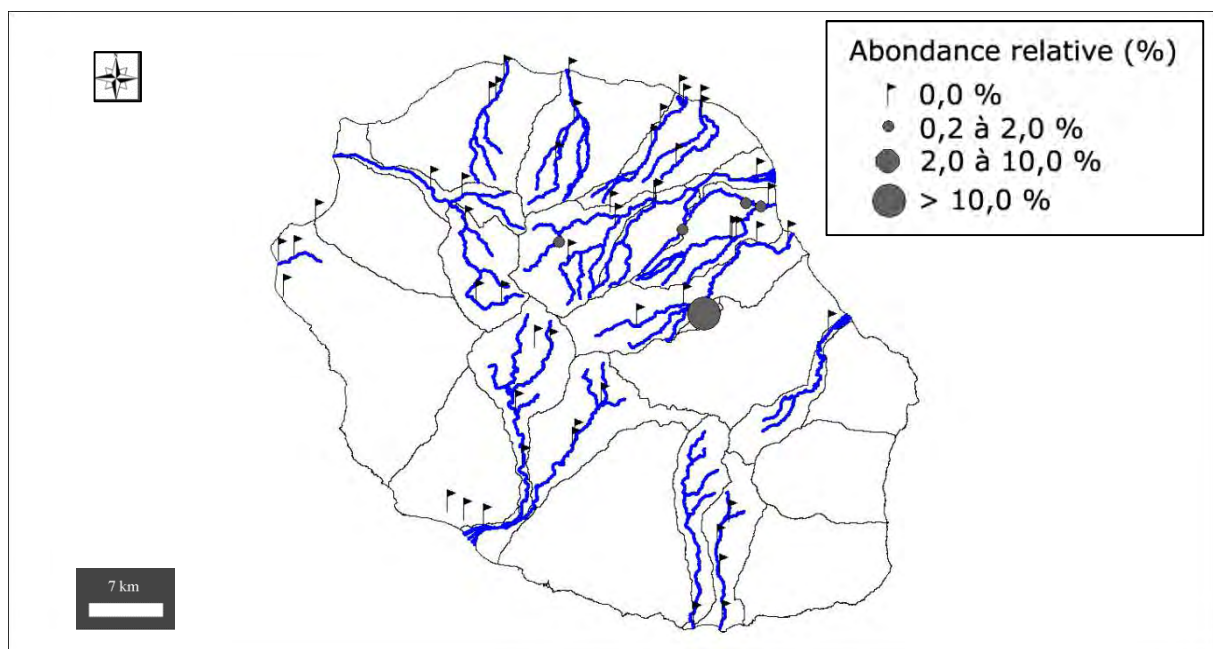
IndVal « Multipattern » : 16

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 3,60 (1,04).
Taux de saturation en oxygène (%) : 93,5 (3,5). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,06 (0,06).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,97 (0,49). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,04). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 2,02 (0,56). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 3,90 (2,51). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 25,5
(9,9). pH (unité pH) : 7,5 (0,2). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,60 (0,42). Titre alcalimétrique
complet ($^\circ\text{f}$) : 1,30 (0,38).

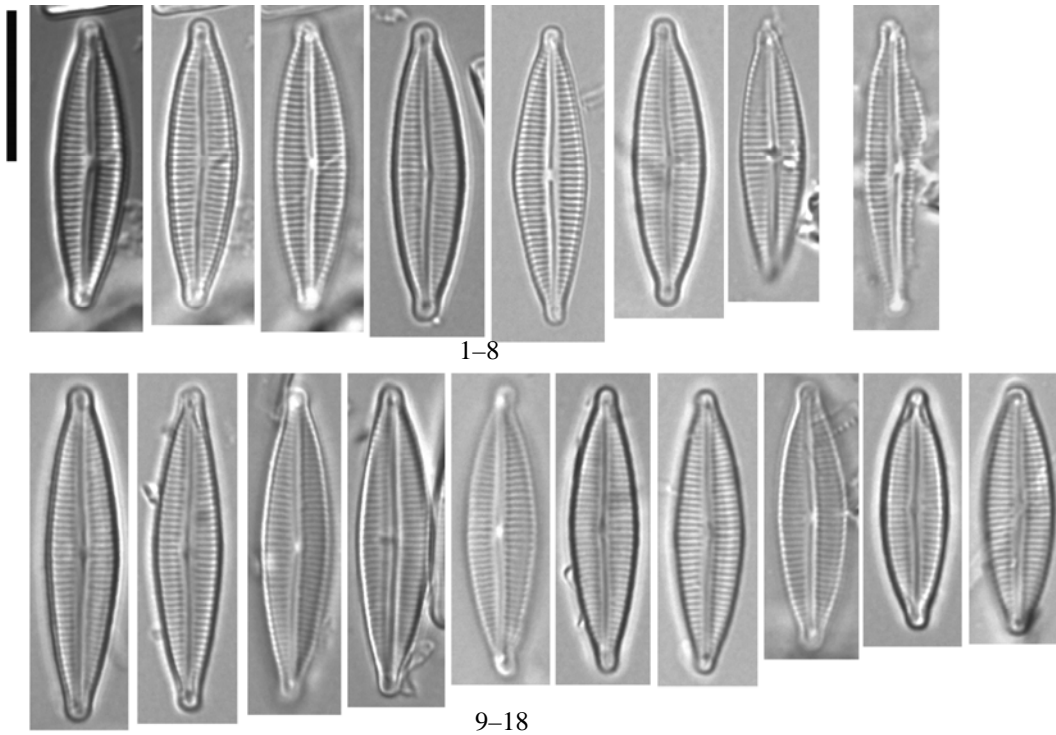
Distribution

Occurrence : 10. Abondance relative maximale (%) : 22,2.

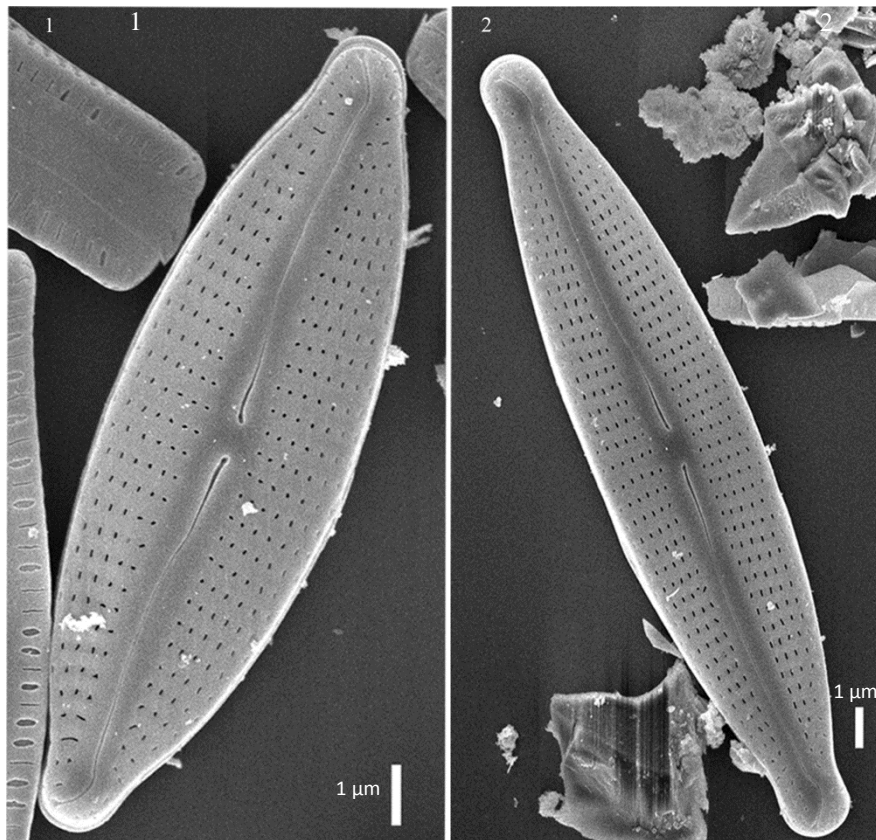
Moyenne des fréquences d'apparition : 6,22.



Planches



Microscopie photonique. *Encyonopsis palmeti* 1-18 Vues valvaires. 1-18 La Ravine de l'Etang de Grand Etang – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Encyonopsis palmeti* 1-2 Vues valvaires externes. 1-2 La Ravine de l'Etang de Grand Etang – Avril 2009.

Famille **Gomphonemataceae** Kützing 1844

Genre **Gomphoneis** Cleve 1894 [1]

Généritype : *Gomphoneis elegans* (Grunow) Cleve 1894

***Gomphoneis minuta* (Stone) Kociolek & Stoermer 1988 [GMMI] ***

Basionyme : *Gomphoneis herculeana* var. *minuta* Stone in McLaughlin & Stone 1986

Synonyme : *Gomphoneis herculeana* var. *minuta* Stone in McLaughlin & Stone 1986

Morphométrie : longueur (μm) : 38,2–82,1; largeur(μm) : 14,1–19,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 10–12.

Préférences écologiques

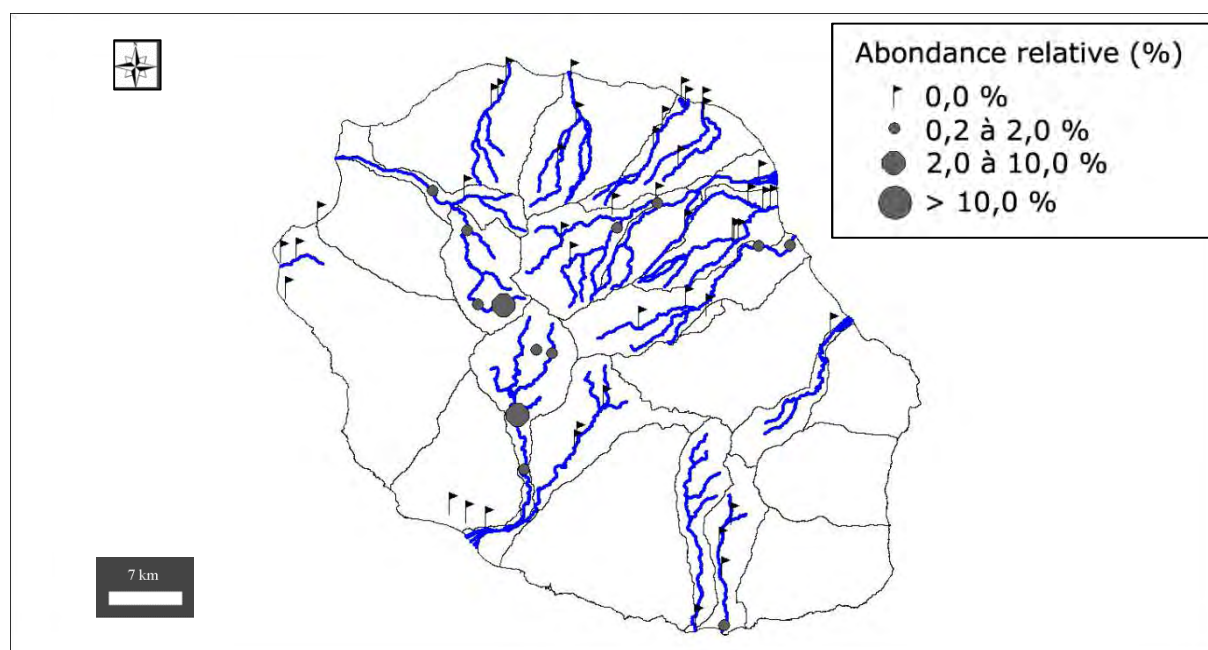
IndVal « Multipattern » : 4

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,21 (0,52).
Taux de saturation en oxygène (%) : 122,9 (16,6). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,03 (0,03).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,80 (0,53). Phosphore total (mg(P)) : 0,03 (0,03).
Calcium (mg(Ca)/L) : 20,41 (5,58). Chlorures (mg(Cl)/L) : 3,45 (0,83). Conductivité ($\mu\text{S/cm}$) : 272,8 (83,7).
pH (unité pH) : 9,0 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 29,73 (18,37). Titre alcalimétrique complet (°f) : 11,19 (2,74).

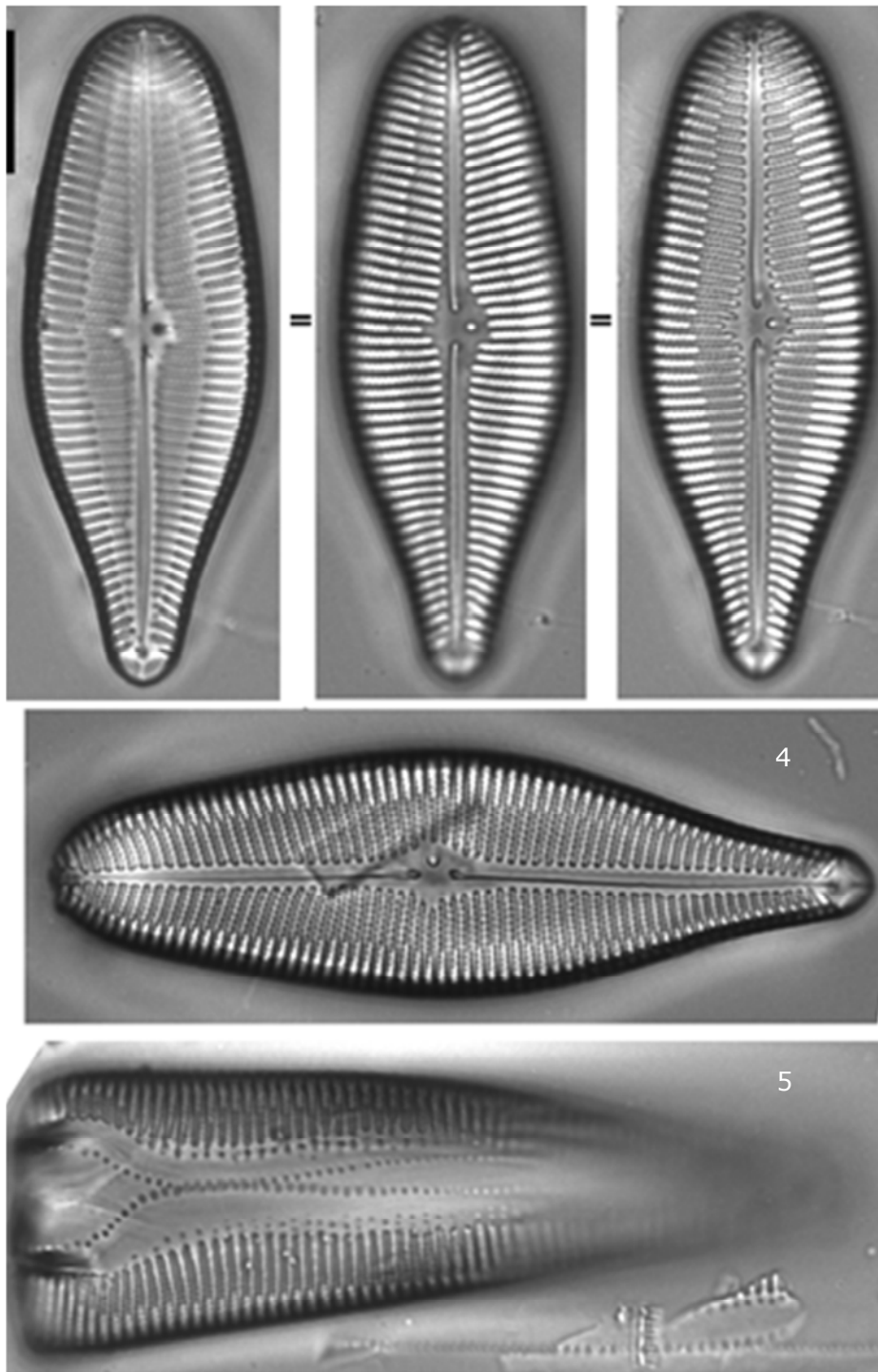
Distribution

Occurrence : 22. Abondance relative maximale (%) : 5,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,13.



Planche



1- 3

4

5

Microscopie photonique. *Gomphoneis minuta* 1- 4 Vues valvaires. 5 vue connective. 1-4 *Le Grand Bras de Cilaos au Pavillon*) – Octobre 2009.

Famille **Gomphonemataceae** Kützing 1844

Genre **Gomphonema** Ehrenberg 1832 [40]

Généritype : *Gomphonema acuminatum* Ehrenberg 1832

***Gomphonema afrhombicum* Reichardt 2007 [GARB] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 38,2–82,1; largeur (μm) : 14,1–19,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 10–12.

Préférences écologiques

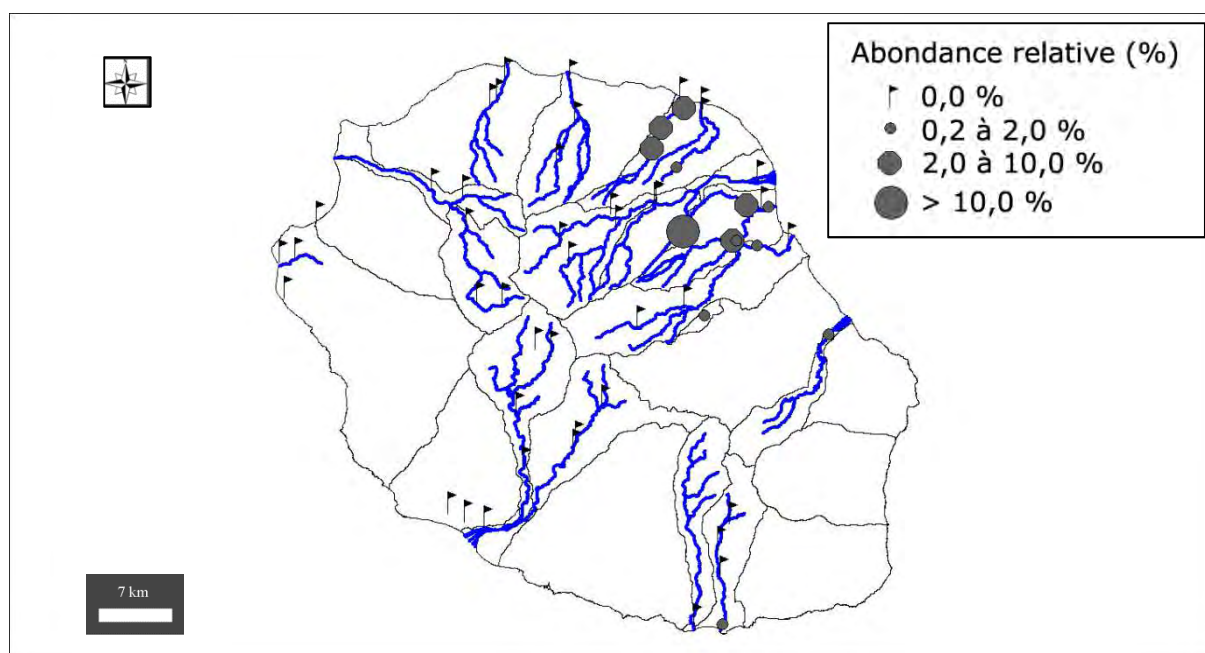
IndVal « Multipattern » : 16 + 20

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,81 (1,45).
Taux de saturation en oxygène (%) : 94,9 (13,1). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,17 (0,65). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,03 (0,02). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 3,18 (1,12). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 2,99 (1,56). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 42,7
(17,3). pH (unité pH) : 7,6 (0,2). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,80 (0,71). Titre alcalimétrique
complet ($^{\circ}\text{f}$) : 1,77 (0,68).

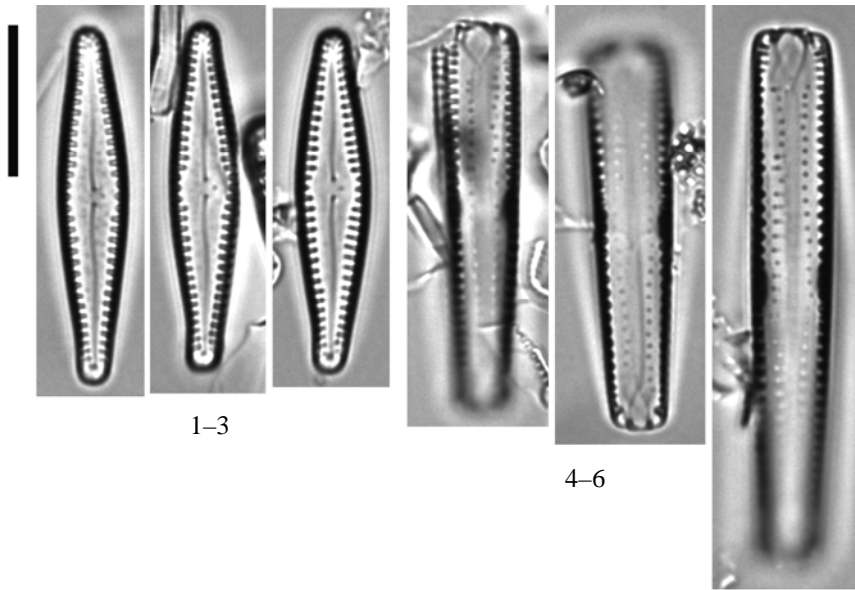
Distribution

Occurrence : 26. Abondance relative maximale (%) : 11,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 2,75.



Planche



Microscopie photonique. *Gomphonema afrhombicum* 1-3 Vues valvaires. 4-6 vues connectives. 1-6 Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Octobre 2008.

***Gomphonema angustivalva* Reichardt 1997 [GAGV] ***

Morphométrie : longueur (µm) : 11–22 ; largeur (µm) : 2,7–3,3 ;
nombre de stries en 10 µm : 14–18.

Préférences écologiques

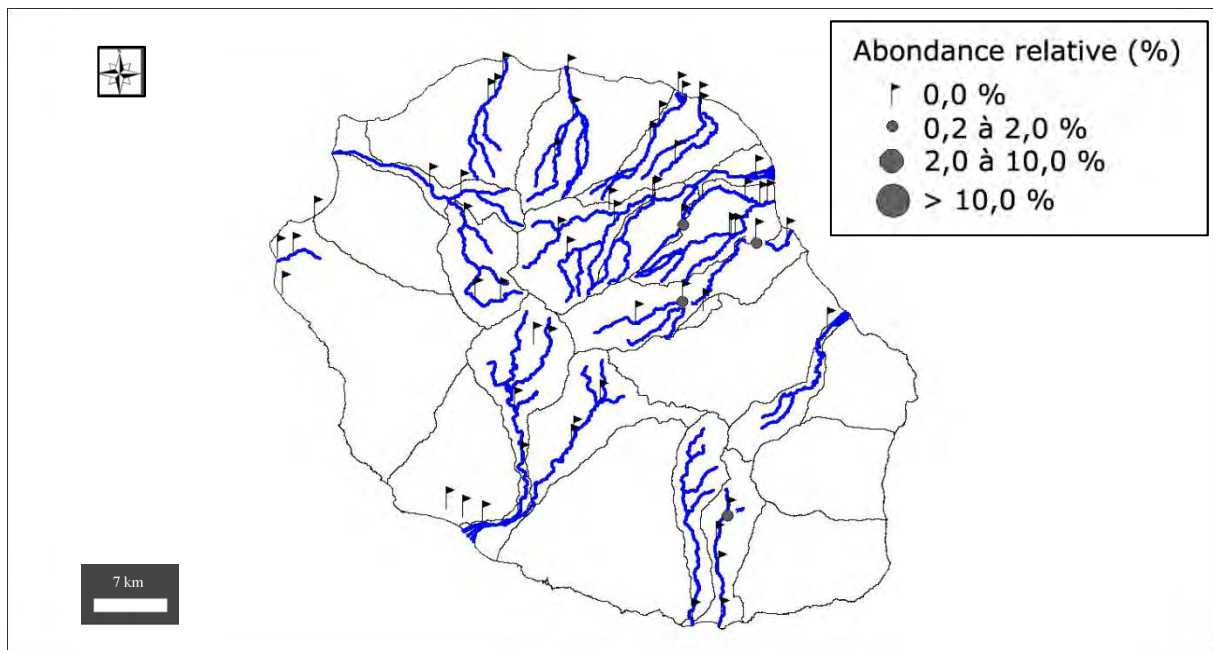
IndVal « Multipattern » : 20

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,08 (0,91).
Taux de saturation en oxygène (%) : 108,9 (4,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,01).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,17 (0,65). Phosphore total (mg(P)) : 0,12 (0,11). Calcium
(mg(Ca)/L) : 3,7 (0,54). Chlorures (mg(Cl)/L) : 2,23 (0,12). Conductivité (µS/cm) : 50,4
(16,2). pH (unité pH) : 7,7 (0,1). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,95 (0,25). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 2,02 (0,50).

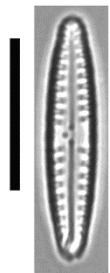
Distribution

Occurrence : 5. Abondance relative maximale (%) : 1,4 .

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,80.



Planche



Microscopie photonique. *Gomphonema angustivalva* 1 Vue valvaire. 1 Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Mai 2009.

***Gomphonema bourbonense* Reichardt 1997 [GBOB] ***

Morphométrie : longueur (µm) : 9,4–28,0 ; largeur (µm) : 2,7–4,7 ;
nombre de stries en 10 µm : 10–13.

Préférences écologiques

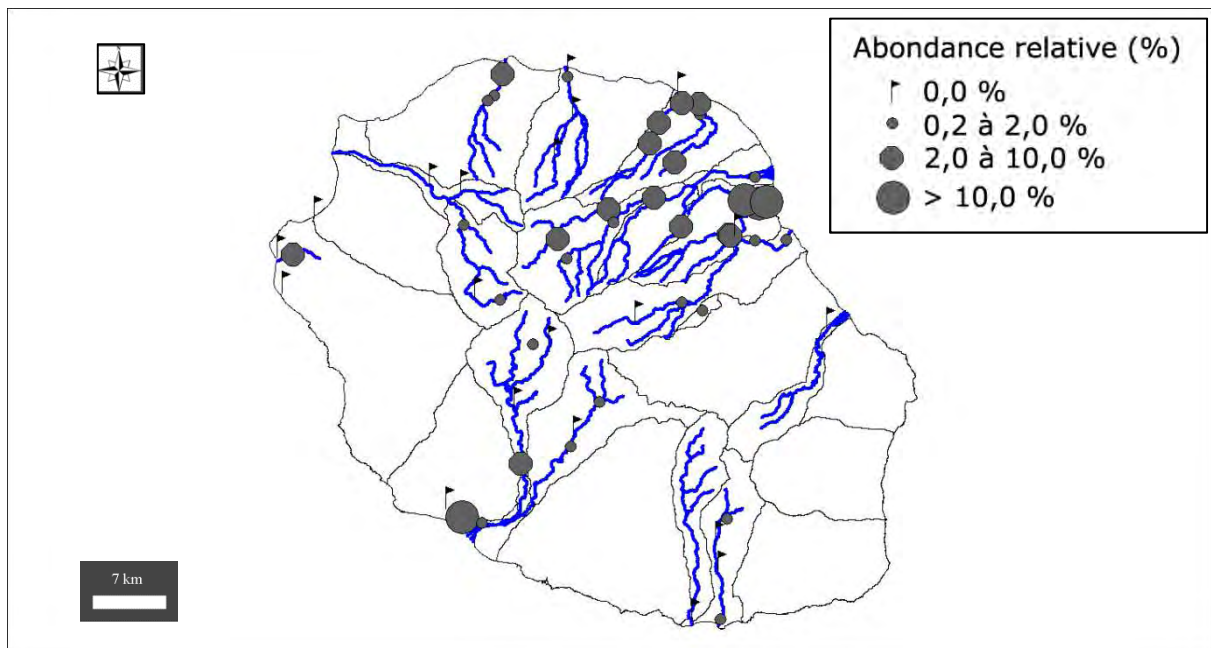
IndVal « Multipattern » : 8 + 12 + 16 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,02 (0,03). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,29 (0,88).
Taux de saturation en oxygène (%) : 93,8 (14,9). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,04 (0,05).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,17 (0,65). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,04). Calcium
(mg(Ca)/L) : 11,04 (9,65). Chlorures (mg(Cl)/L) : 8,83 (12,18). Conductivité (µS/cm) : 182,7
(232,2). pH (unité pH) : 7,8 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 9,85 (23,96). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 5,51 (3,80).

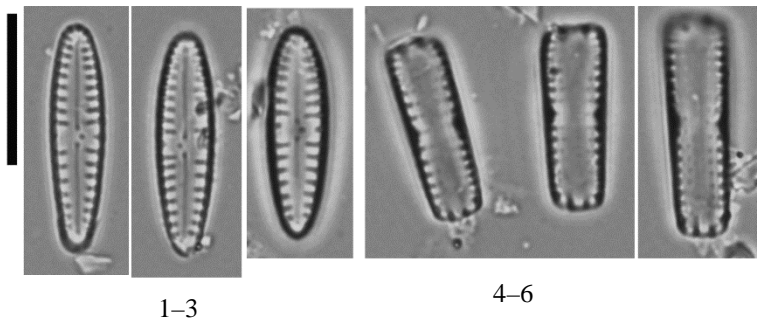
Distribution

Occurrence : 137. Abondance relative maximale (%) : 69,2.

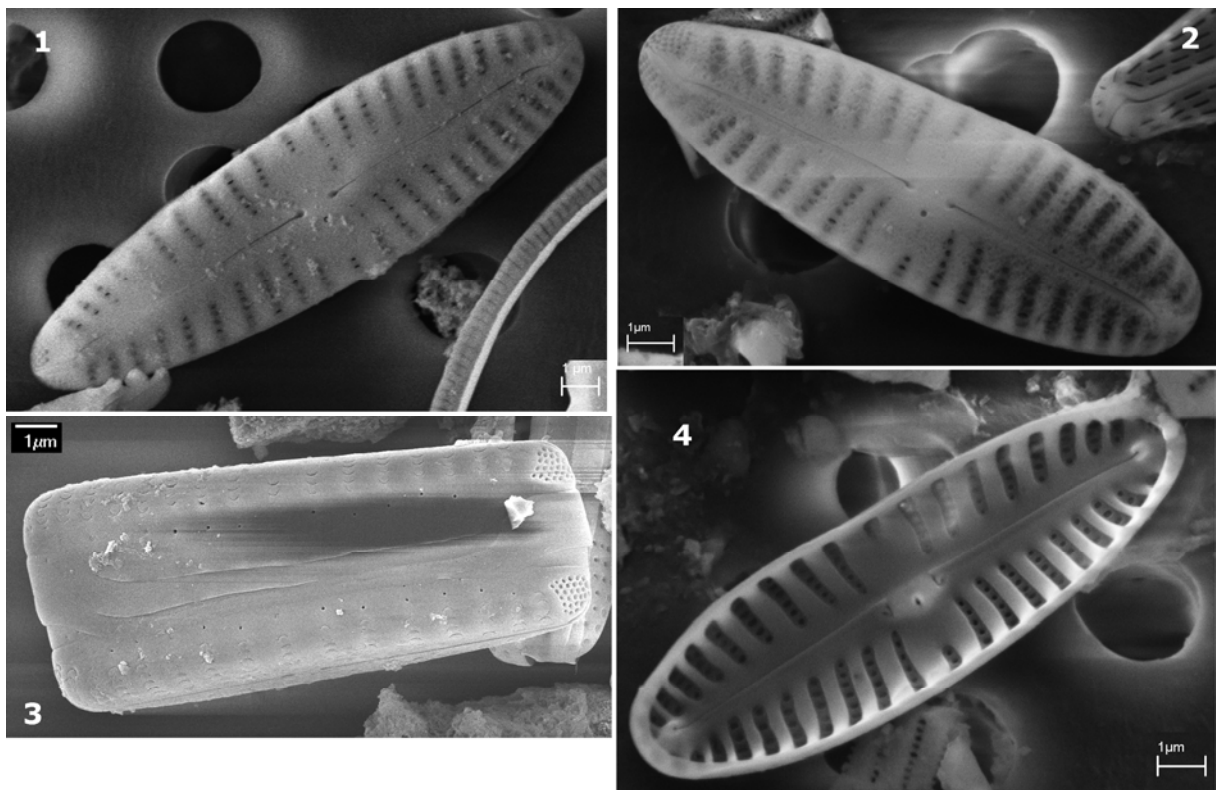
Moyenne des fréquences d'apparition : 4,95.



Planches



Microscopie photonique. *Gomphonema bourbonense* 1–3 Vues valvaires. 4–6 Vue connectives. 1–6 Le Bras Panon aux Avocats – Avril 2010.



Microscopie électronique. *Gomphonema bourbonense* 1–2 Vues valvaires, vue externe. 3 Vue connective. 4 Vue valvaire, vue interne. 1–4 Le Bras Panon aux Avocats – Avril 2010.

***Gomphonema brasiliense subsp. pacificum* Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin 1998
[GBRA] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 17,0–27,1 ; largeur (μm) : 3,2–4,1 ;
nombre de stries en 10 μm : 12–16.

Préférences écologiques

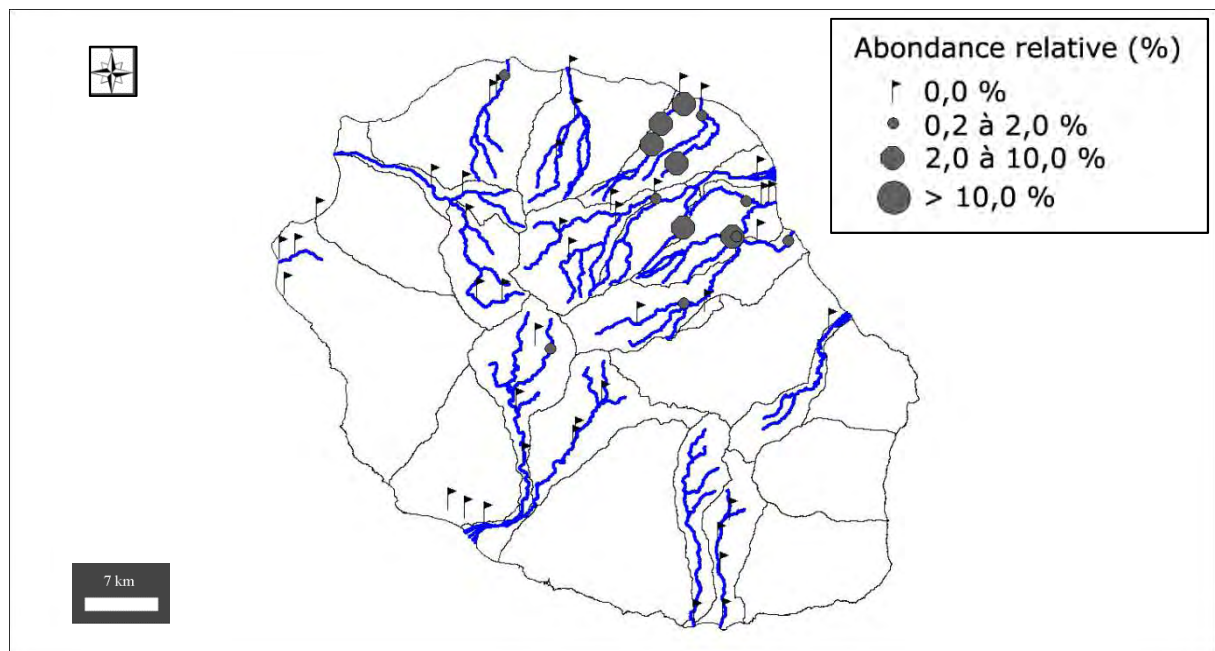
IndVal « Multipattern » : 20

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,51 (0,97).
Taux de saturation en oxygène (%) : 96,9 (8,7). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,16 (0,58). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,06). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 5,47 (4,21). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 4,89 (2,96). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 73,6
(48,5). pH (unité pH) : 7,6 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 1,60 (4,97). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 2,95 (2,02).

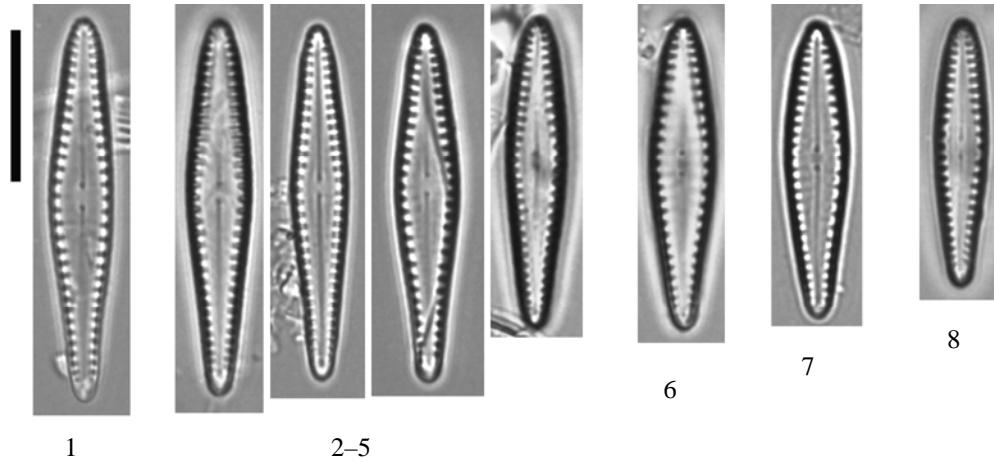
Distribution

Occurrence : 32. Abondance relative maximale (%) : 8,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,61.



Planche



Microscopie photonique. *Gomphonema brasiliense subsp. pacificum* 1–8 Vues valvaires. 1 La Rivière Sainte–Suzanne aux Cascades (radier Niagara) – Octobre 2009, 2–5 Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Octobre 2008, 6 La Rivière des Marsouins 50 m aval RN2 – Octobre 2010, 7 La Grande Rivière Saint–Jean à Bois Rouge – Avril 2009, 8 Le Grand Bras à l'Olympe (amont confluence Rivière des Roches) – Octobre 2001.

***Gomphonema clevei* Fricke in Schmidt *et al.* 1902 [GCLE] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 10,0–31,0 ; largeur (μm) : 4,3–7,1 ;
nombre de stries en 10 μm : 12–16.

Préférences écologiques

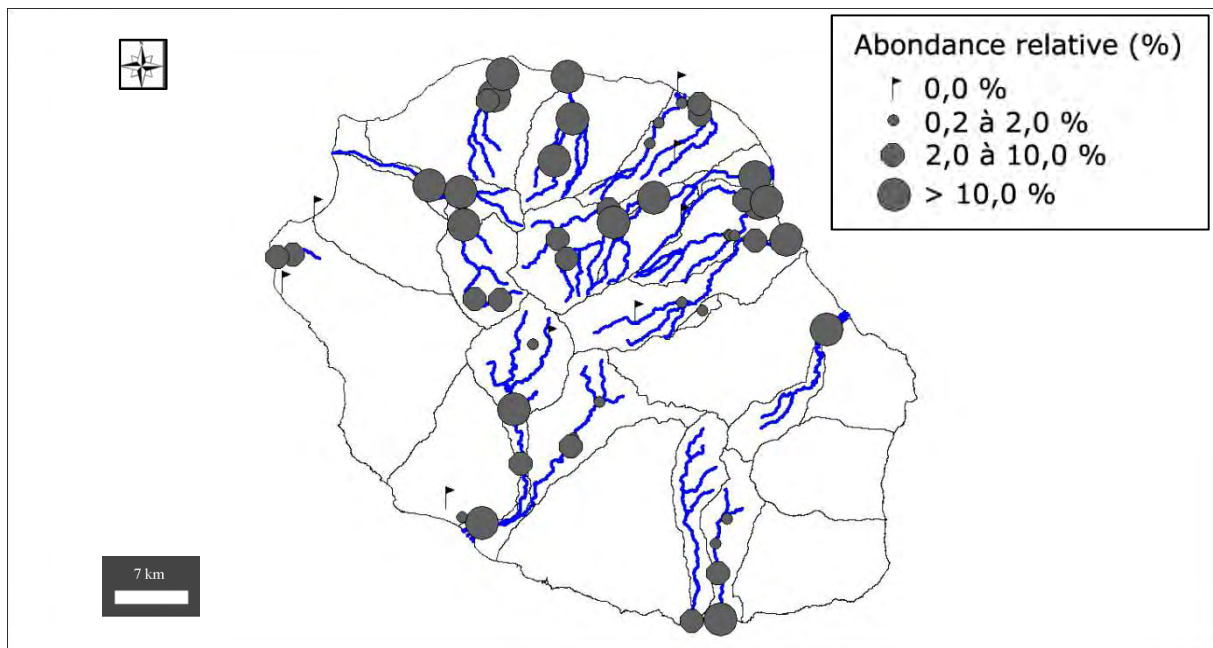
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 7 + 8 + 19

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,05 (1,07).
Taux de saturation en oxygène (%) : 103,8 (14,8). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,05 (0,06).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,24 (0,57). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,08).
Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 12,59 (5,79). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 2,86 (2,11). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 159,4 (71,4).
pH (unité pH) : 8,6 (0,6). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 5,49 (10,0). Titre alcalimétrique complet (°f) : 7,37 (3,08).

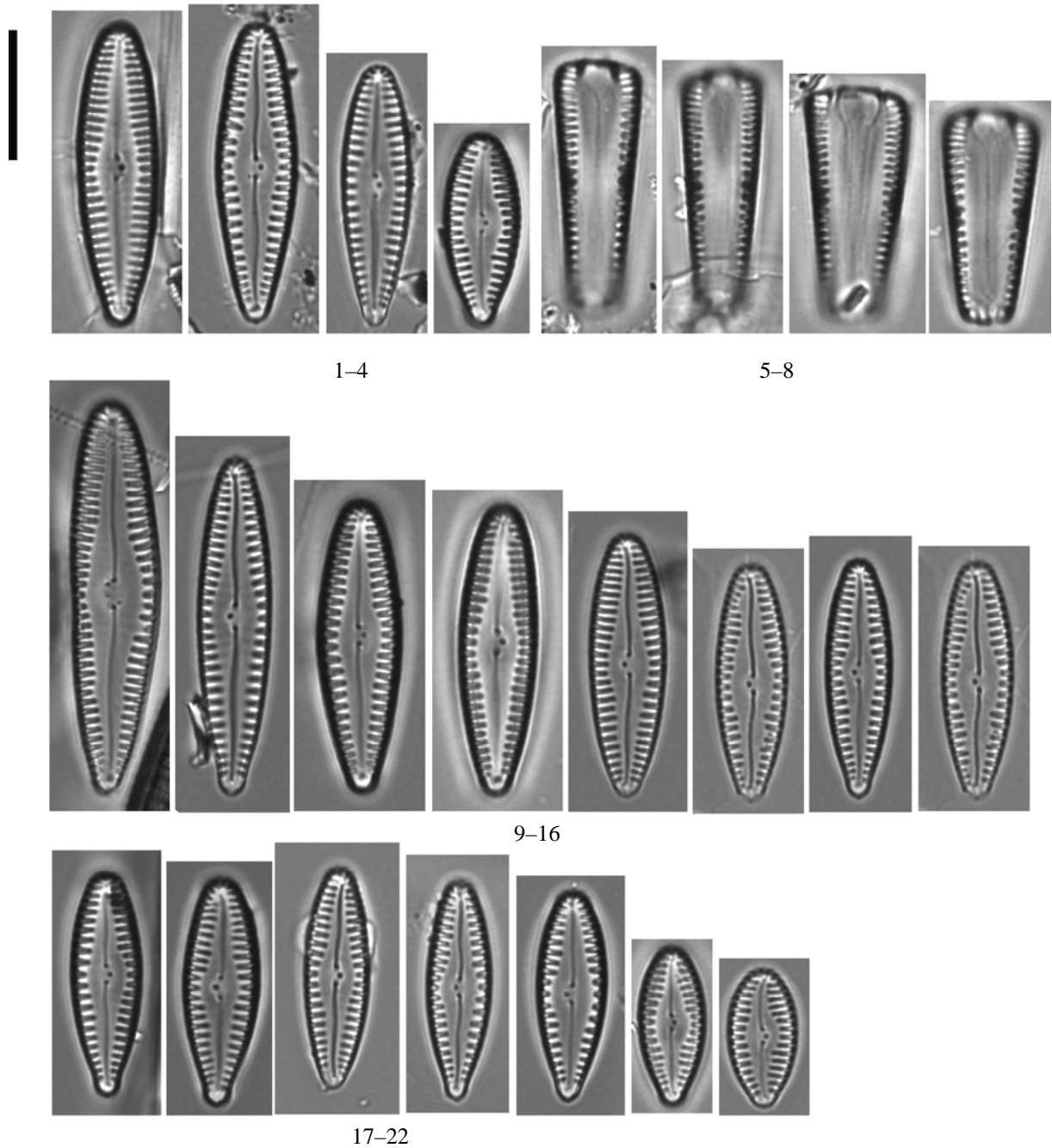
Distribution

Occurrence : 198. Abondance relative maximale (%) : 81,6.

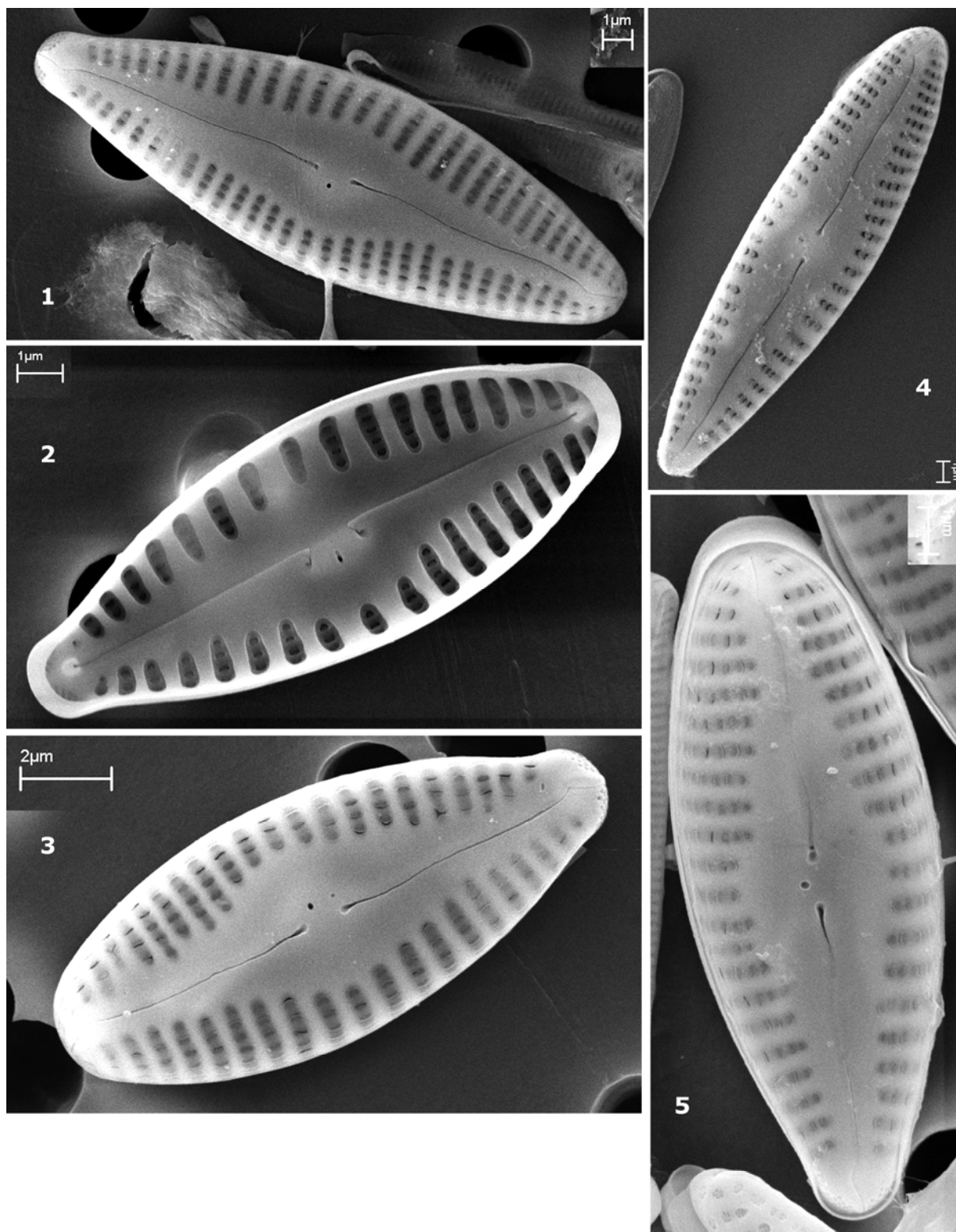
Moyenne des fréquences d'apparition : 8,68.



Planches



Microscopie photonique. *Gomphonema clevei* 1–4 Vues valvaires. 5–8 vues connectives. 9–22 Vues valvaires. 1–8 La Rivière des Pluies (embouchure) – Octobre 2008, 9–22 La Rivière des Galets à Ilet Malidé – Octobre 2008.



Microscopie électronique. *Gomphonema clevei* 1,3–5 Vues valvaires, vues externes. 2 Vue valvaire, vue interne. 1–5 *La Rivière des Galets à Ilet Malidé – Octobre 2008.*

***Gomphonema curvipdatum* Kobayasi ex Osada 2006 [GCUV]**

Morphométrie : longueur (μm) : 10,0–31,0 ; largeur (μm) : 4,3–7,1 ;
nombre de stries en 10 μm : 12–16.

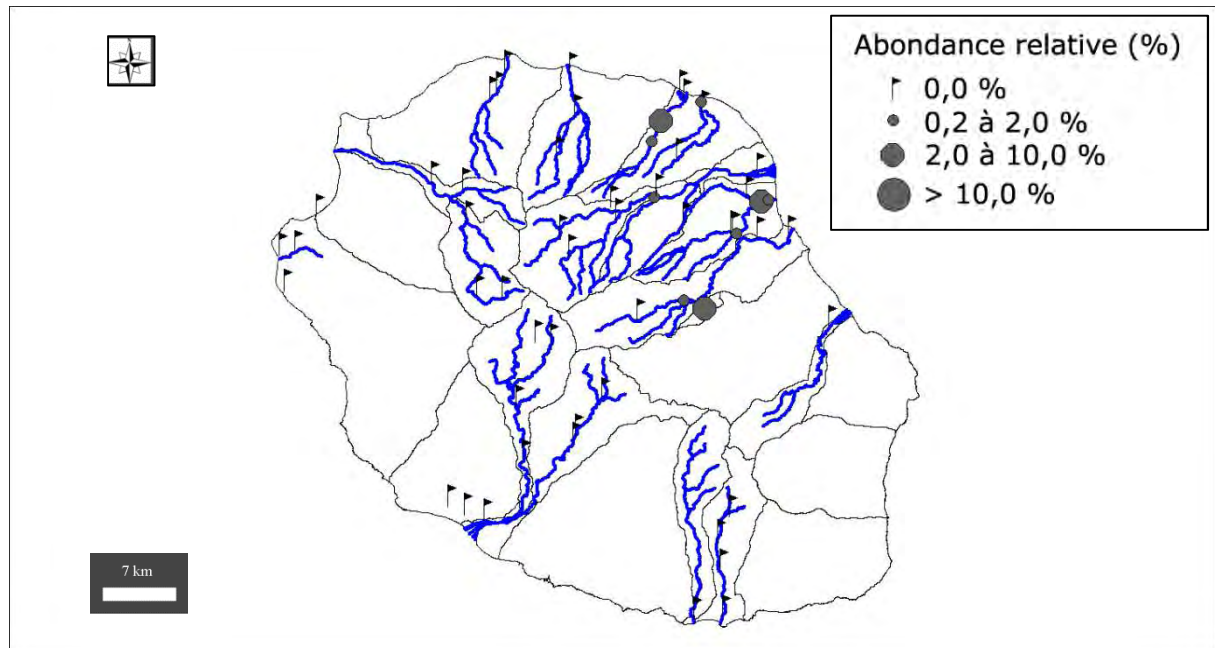
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,02). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,87 (1,78).
Taux de saturation en oxygène (%) : 100,5 (9,4). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,01).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,76 (0,50). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,18 (0,18). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 4,33 (1,65). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 5,49 (2,69). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 68,5
(43,3). pH (unité pH) : 7,5 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,83 (0,44). Titre alcalimétrique
complet ($^\circ\text{f}$) : 2,71 (0,94).

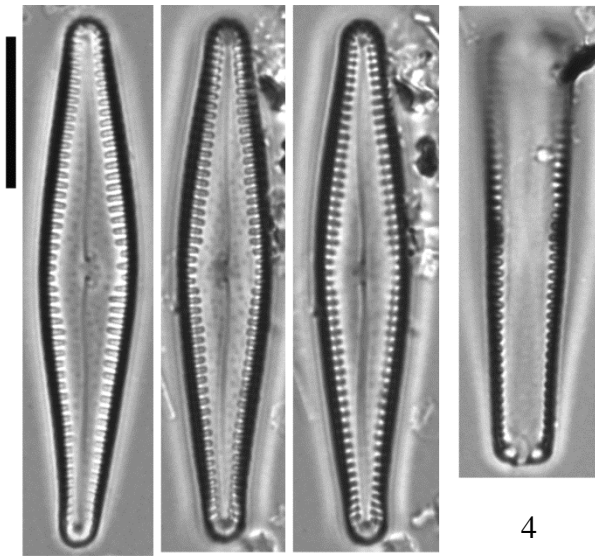
Distribution

Occurrence : 15. Abondance relative maximale (%) : 8,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,44.



Planches



Microscopie photonique. *Gomphonema curvipdatum* 1–3 Vues valvaires. 4 vue connective.
La Ravine de l'Etang de Grand Etang – Mai 2010.

***Gomphonema lagenula* Kützing 1844 [GLGN]**

Synonymes : *Gomphonema parvulum* f. *lagenula* (Kützing) Müller 1905, *Gomphonema parvulum* var. *lagenula* (Kützing) Frenguelli 1923

Morphométrie : longueur (μm) : 18,7–29,3 ; largeur (μm) : 4,7–7,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 12–14.

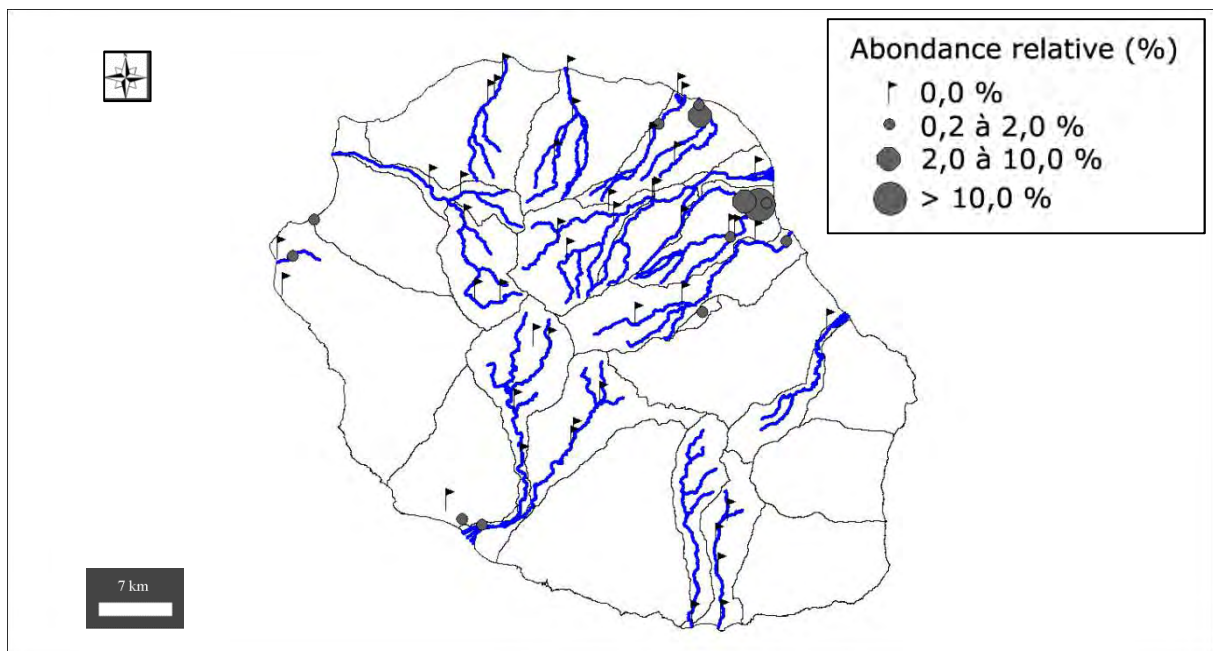
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,04). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,09 (0,88). Taux de saturation en oxygène (%) : 88,2 (14,6). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,04). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,53 (0,30). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,07 (0,10). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 7,6 (9,8). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 10,73 (13,44). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 149,51 (265,0). pH (unité pH) : 7,5 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 6,80 (27,31). Titre alcalimétrique complet (°f) : 3,93 (2,99).

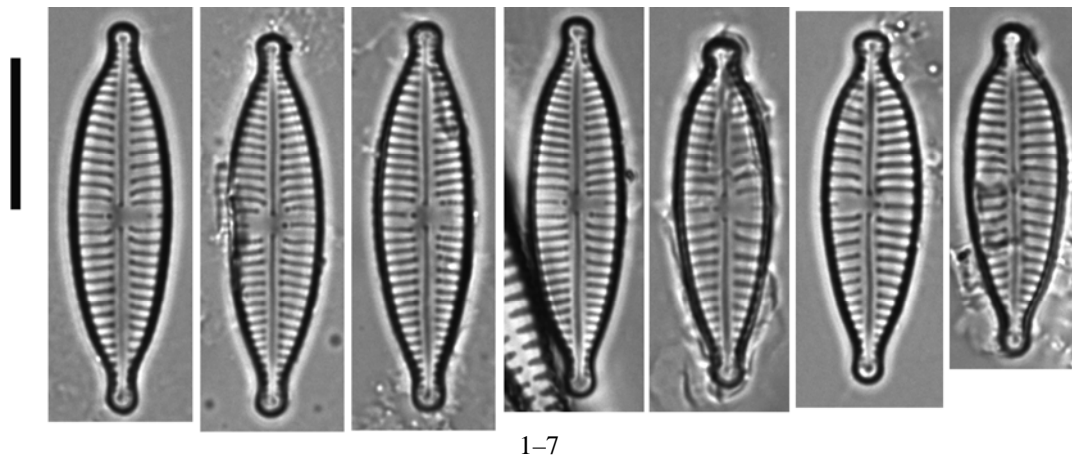
Distribution

Occurrence : 24. Abondance relative maximale (%) : 14,2.

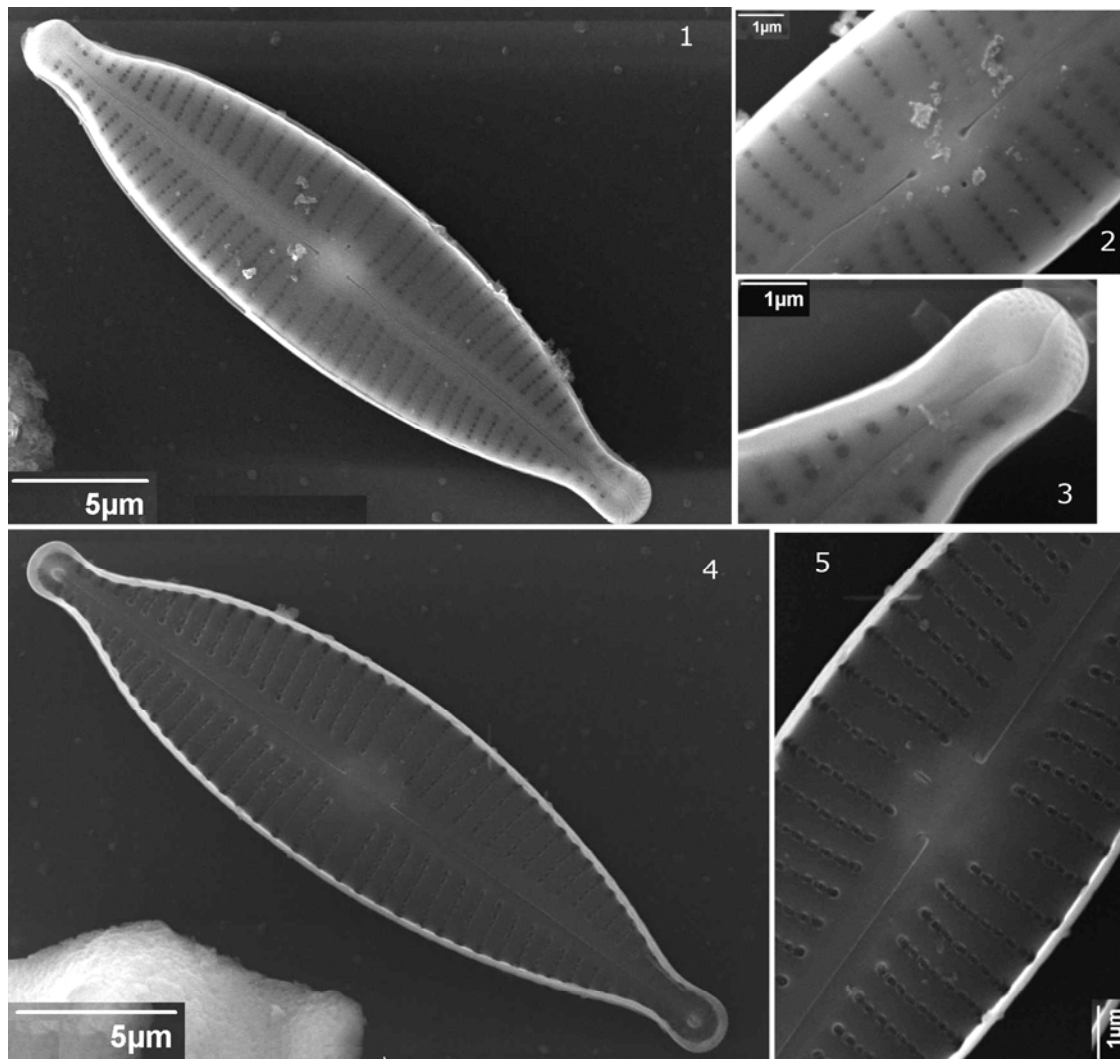
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,48.



Planches



Microscopie photonique. *Gomphonema lagenula* 1-7 Vues valvaires. 1-7 Le Bras Panon aux Avocats – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Gomphonema lagenula* 1 vue externe, valve. 2 vue externe, détail partie centrale. 3 vue externe, partie distale. 4 vue interne, valve. 5 vue interne, partie centrale. 1-5 Le Bras Panon aux Avocats – Avril 2009.

***Gomphonema laticollum* Reichardt 2001 [GLTC]**

Morphométrie : longueur (μm) : 26,0–57,0 ; largeur(μm) : 9,6–13,3 ;
nombre de stries en 10 μm : 9–12.

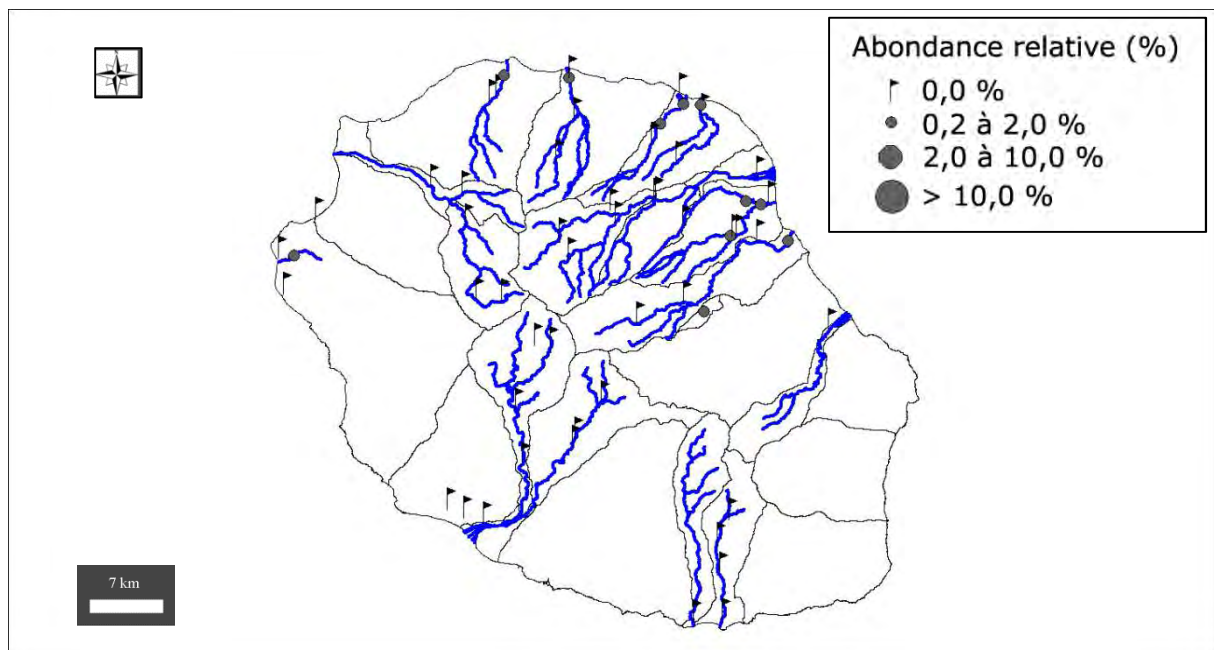
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,04). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,09 (1,11).
Taux de saturation en oxygène (%) : 95,2 (13,5). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,07 (0,07).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,99 (0,41). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,05). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 9,1 (3,5). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 7,48 (3,01). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 124,0
(48,9). pH (unité pH) : 7,8 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 1,99 (1,33). Titre alcalimétrique
complet ($^\circ\text{f}$) : 4,85 (1,53).

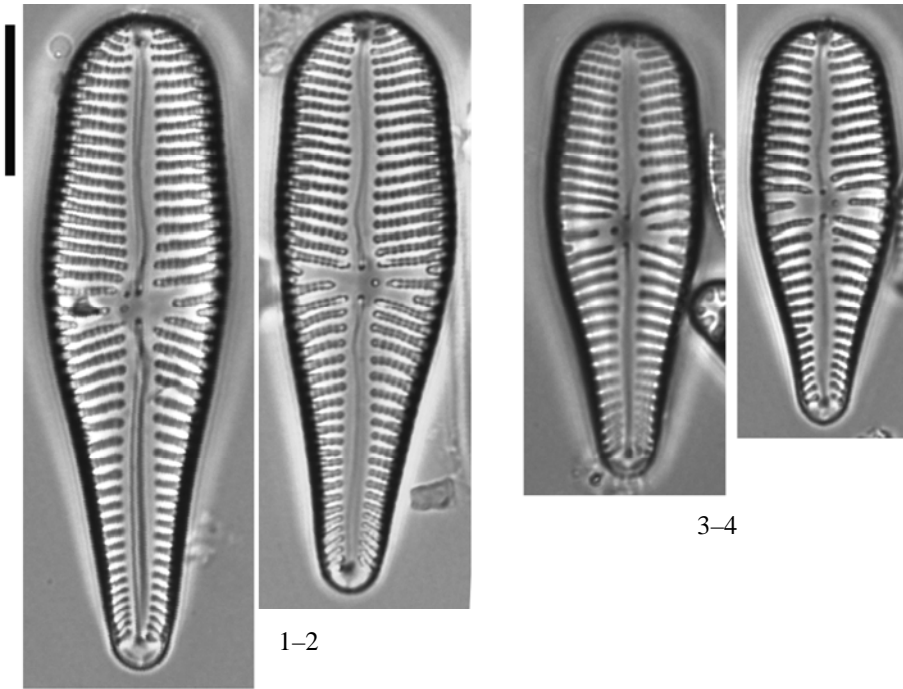
Distribution

Occurrence : 21. Abondance relative maximale (%) : 2,0.

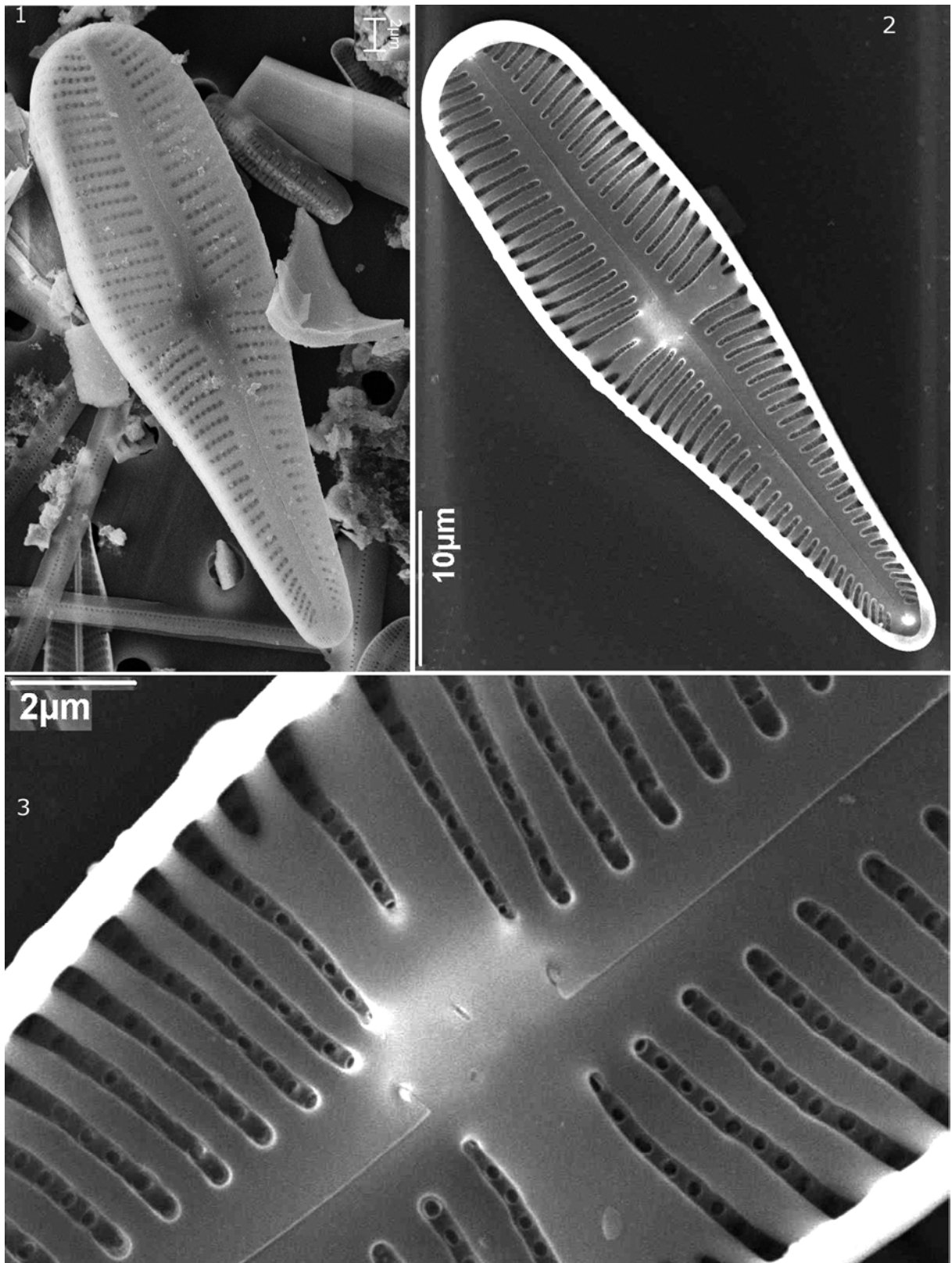
Moyenne des fréquences d'apparition : 0,48.



Planches



Microscopie photonique. *Gomphonema laticollum* 1–4 Vues valvaires. 1–2 *Le Bras Pétard Libéria – Octobre 2009*, 3–4 *La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Octobre 2008*.



Microscopie électronique. *Gomphonema laticollum* 1 vue externe, valve. 2 vue interne, valve. 3 vue interne, partie centrale. 1–3 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Octobre 2008.

***Gomphonema minutum* (Agardh) Agardh 1831 [GMIN] ***

Basionyme : *Licmophora minuta* Agardh 1827

Synonyme : *Licmophora minuta* Agardh 1827, *Gomphoneis heterominuta* S. Mayama & Kawashima in Mayama, S., Idei, M., Osada, K. & T. Nagumo 2002

Morphométrie : longueur (μm) : 10,0–27,3 ; largeur (μm) : 3,1–6,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 10–16.

Préférences écologiques

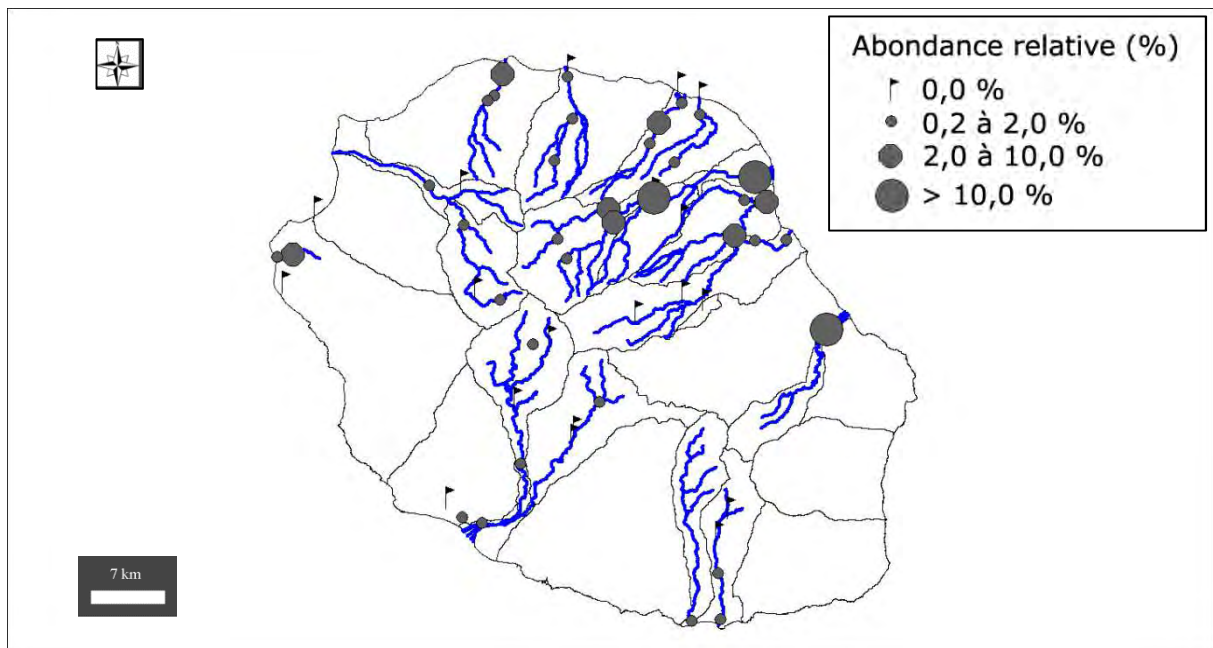
IndVal « Multipattern » : 5+8

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,06 (1,19).
Taux de saturation en oxygène (%) : 97,1 (8,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,06 (0,05).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,76 (0,58). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,05). Calcium
(mg(Ca)/L) : 13,8 (6,7). Chlorures (mg(Cl)/L) : 3,7 (2,5). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 163,7 (72,5).
pH (unité pH) : 8,4 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 5,00 (5,91). Titre alcalimétrique complet (°f)
: 7,66 (3,44).

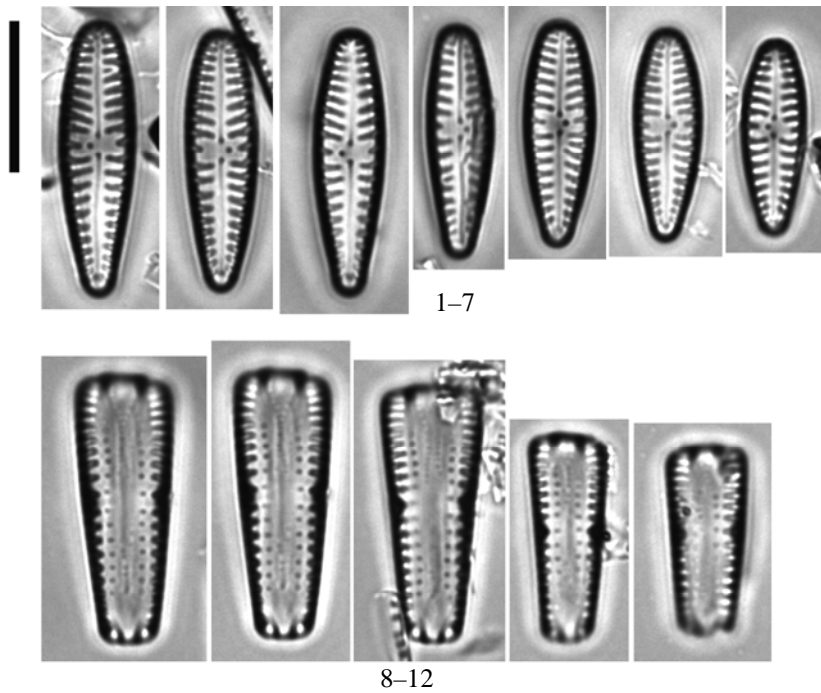
Distribution

Occurrence : 91. Abondance relative maximale (%) : 11,6.

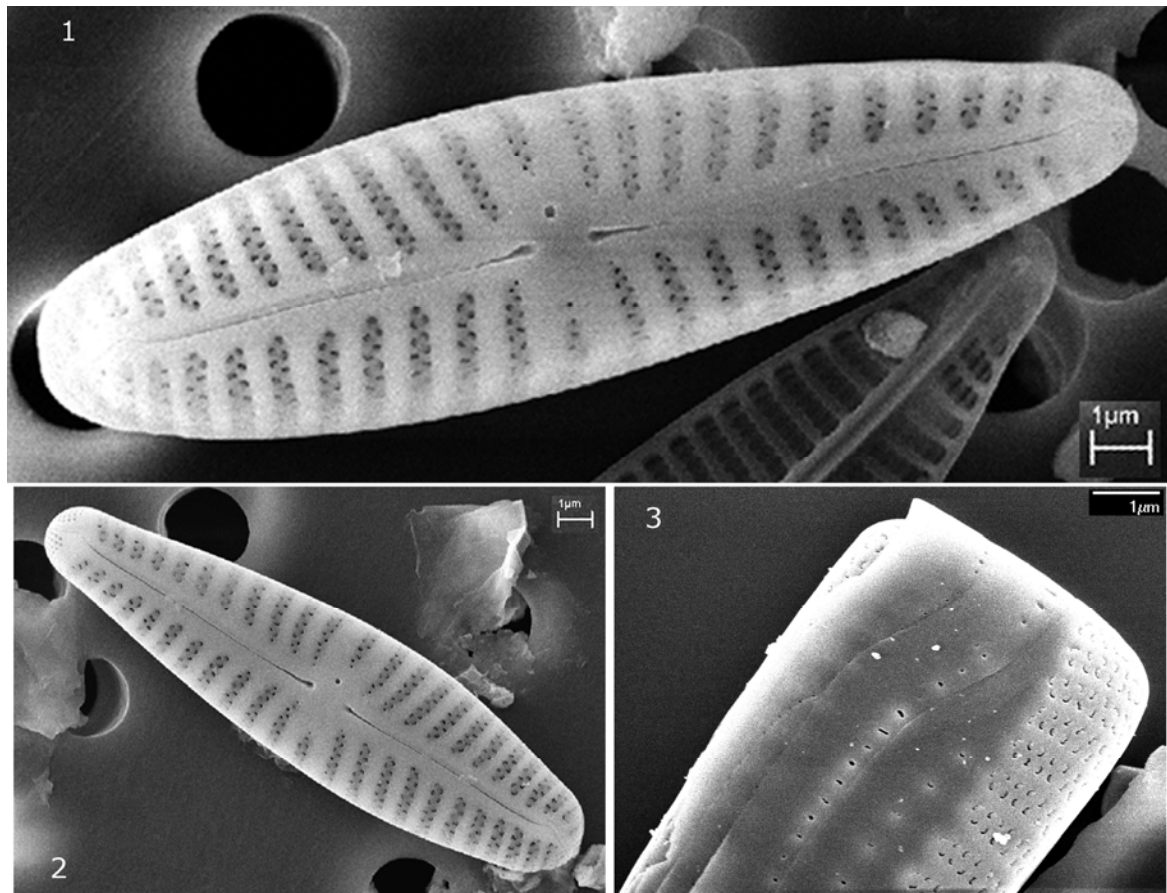
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,56.



Planches



Microscopie photonique. *Gomphonema minutum* 1-7 Vues valvaires. 8-12 vues connectives. 1-12 La Rivière Sainte-Suzanne (amont cascade Niagara) – Avril 2010.



Microscopie électronique. *Gomphonema minutum* 1-2 vue externe, valve. 3 vue externe, vue connective, détail partie distale. 1-3 La Rivière Sainte-Suzanne (amont cascade Niagara) – Avril 2010.

***Gomphonema parvulum f. saprophilum* Lange-Bertalot & Reichardt in Krammer & Lange-Bertalot 1991 [GPAS] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 12,0–36,0; largeur (μm) : 6,0–8,0;
nombre de stries en 10 μm : 7–20.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 11

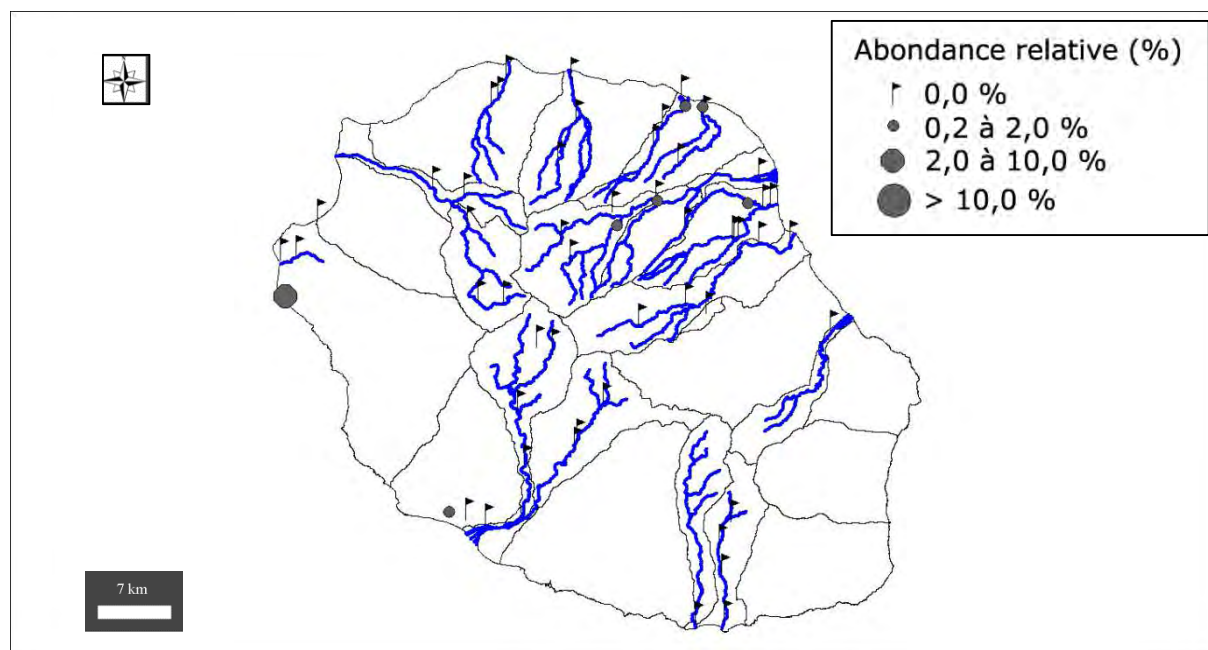
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 8,18 (7,10). Carbone organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 6,76 (3,45).
Taux de saturation en oxygène (%) : 44,3 (32,0). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 2,14 (1,80).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 7,84 (6,03). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,94 (0,68). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 26,61 (10,42). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 220,95 (170,16). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
1279,8 (821,1). pH (unité pH) : 7,5 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 47,98 (32,50). Titre
alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 17,41 (10,02).

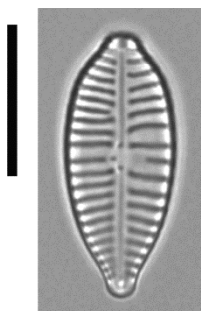
Distribution

Occurrence : 11. Abondance relative maximale (%) : 3,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,02.



Planche



Microscopie photonique. *Gomphonema parvulum f. saprophilum* 1 Vue valvaire. 1 La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage– Novembre 2008.

***Gomphonema pumilum* var. *rigidum* Reichardt et Lange-Bertalot in Reichardt 1997 [GPRI] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 12,0–36,0 ; largeur(μm) : 3,0–5,3;
nombre de stries en 10 μm : 11,5–14,0.

Préférences écologiques

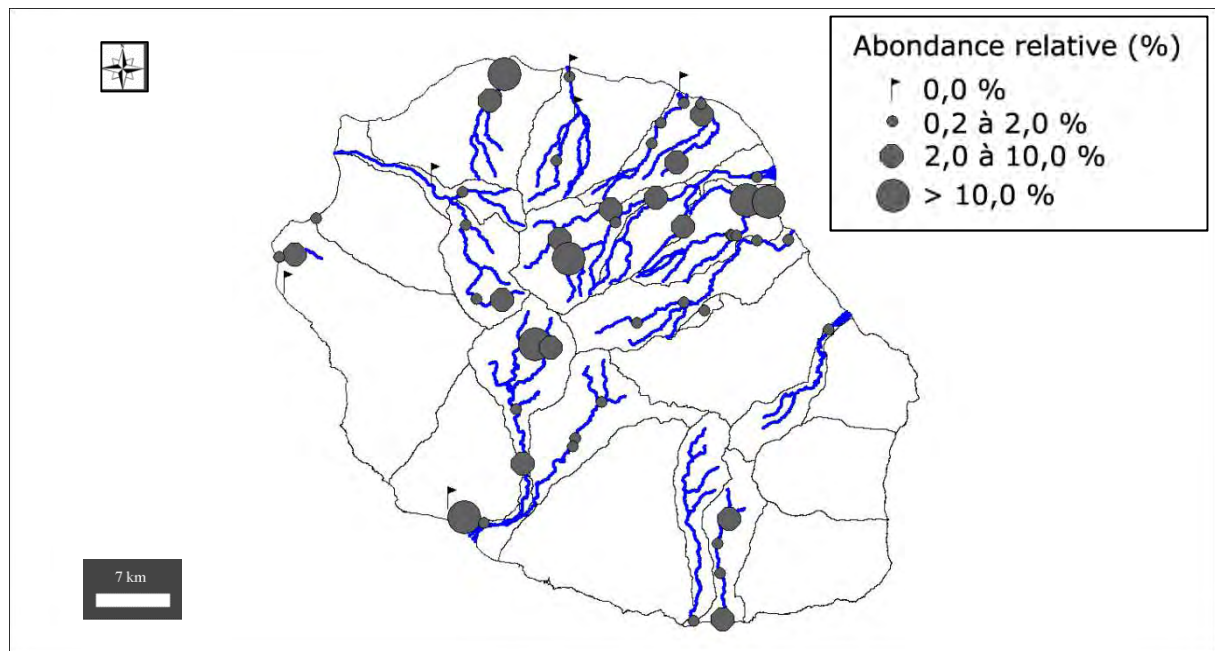
IndVal « Multipattern » : 5 + 8 + 12 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,02). Carbone organique Dissous (mg(C)/L) : 1,41 (1,28). Taux de saturation en oxygène (%) : 92,4 (15,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,05 (0,10). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,31 (0,49). Phosphore total (mg(P)) : 0,06 (0,05). Calcium (mg(Ca)/L) : 19,39 (12,47). Chlorures (mg(Cl)/L): 6,77 (12,82). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 269,2 (231,1). pH (unité pH) : 8,1 (0,6). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 14,19 (24,51). Titre alcalimétrique complet (°f) : 10,48 (6,89).

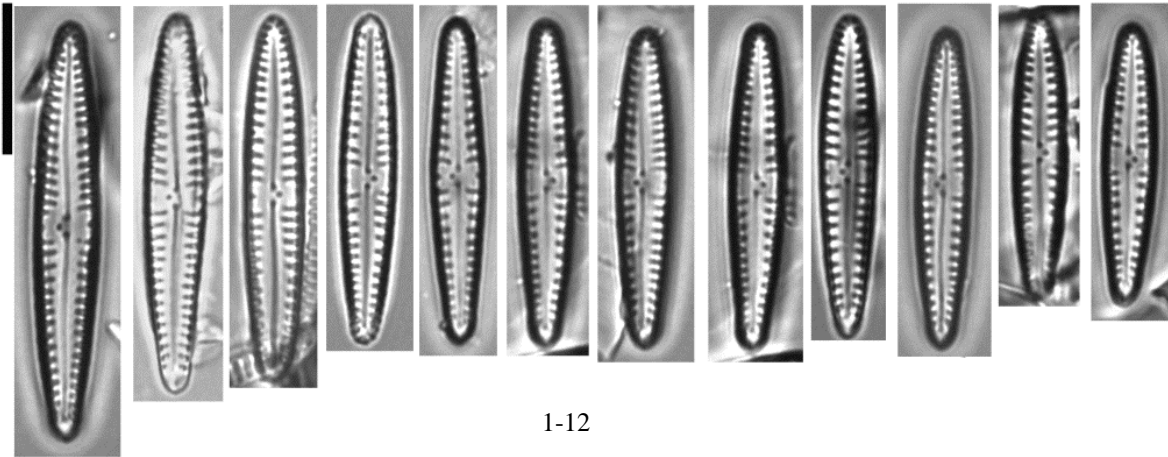
Distribution

Occurrence : 140. Abondance relative maximale (%) : 36,8.

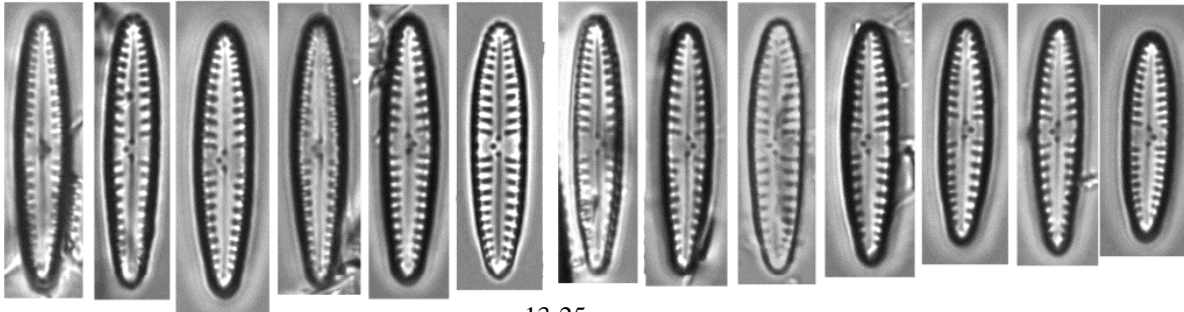
Moyenne des fréquences d'apparition : 3,24.



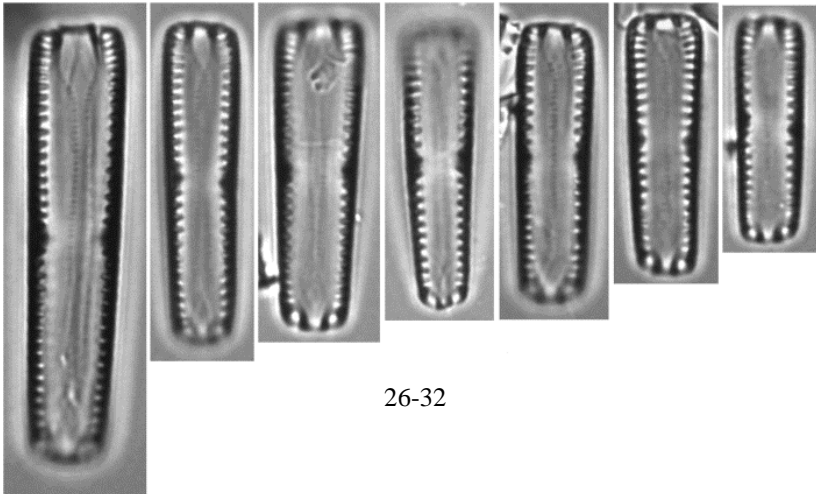
Planches



1-12

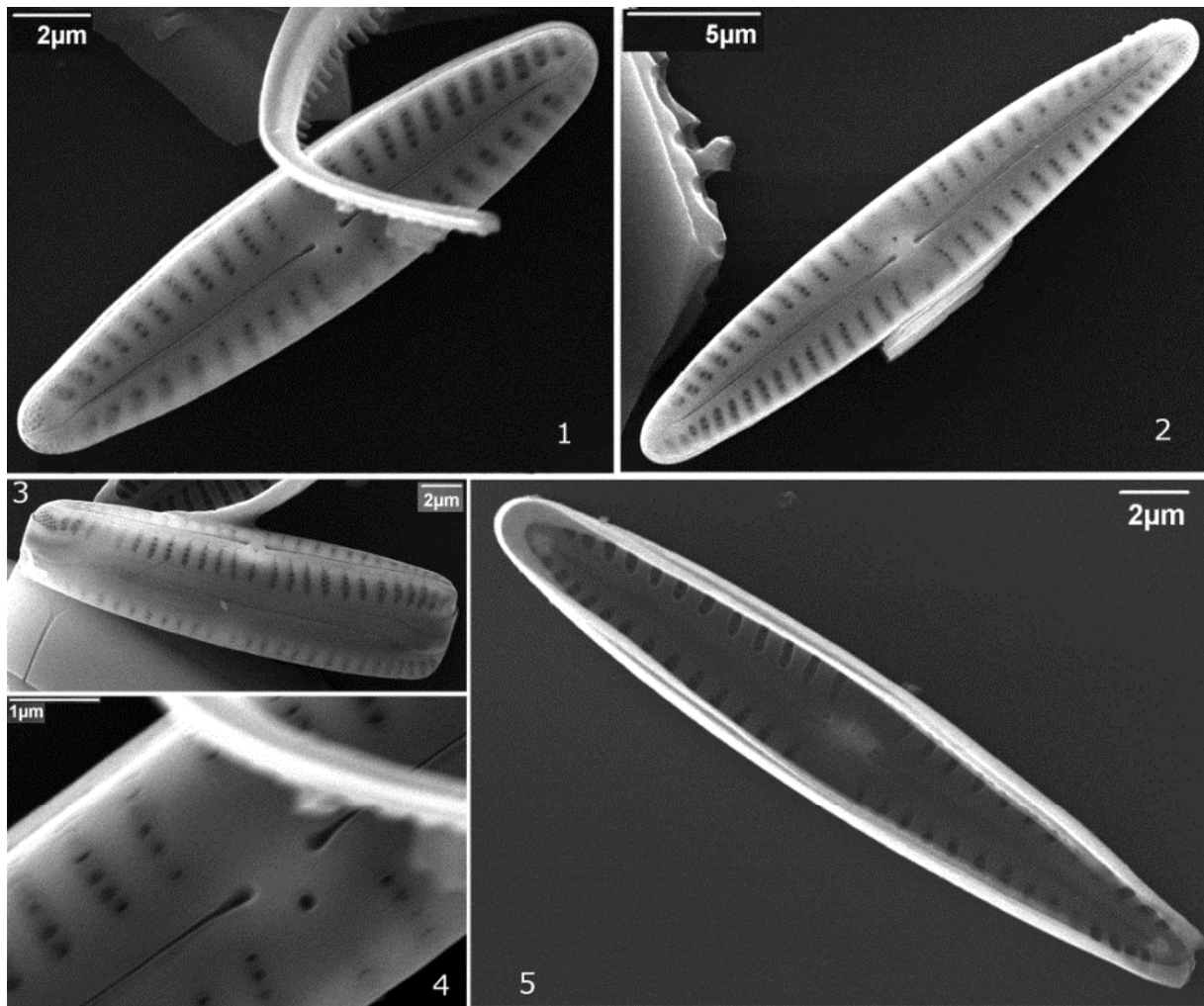


13-25



26-32

Microscopie photonique. *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* 1-25. vues valvaires. 26-32 vues connectives. 1-32 La Rivière du Mât à l'ilet à Vidot – Octobre 2008.



Microscopie électronique. *Gomphonema pumilum* var. *rigidum* 1-2. vue externe, valve. 3. Vue externe, vue connective. 4. Vue externe, détail partie centrale. 5. Vue interne, valve. 1-5 La Rivière du Mât à l'ilet à Vidot – Octobre 2008.

***Gomphonema* sp. n°3 [GOM3]**

Morphométrie : longueur (μm) : 11,7–19,4; largeur(μm) : 2,9–4,1;
nombre de stries en 10 μm : 10–13.

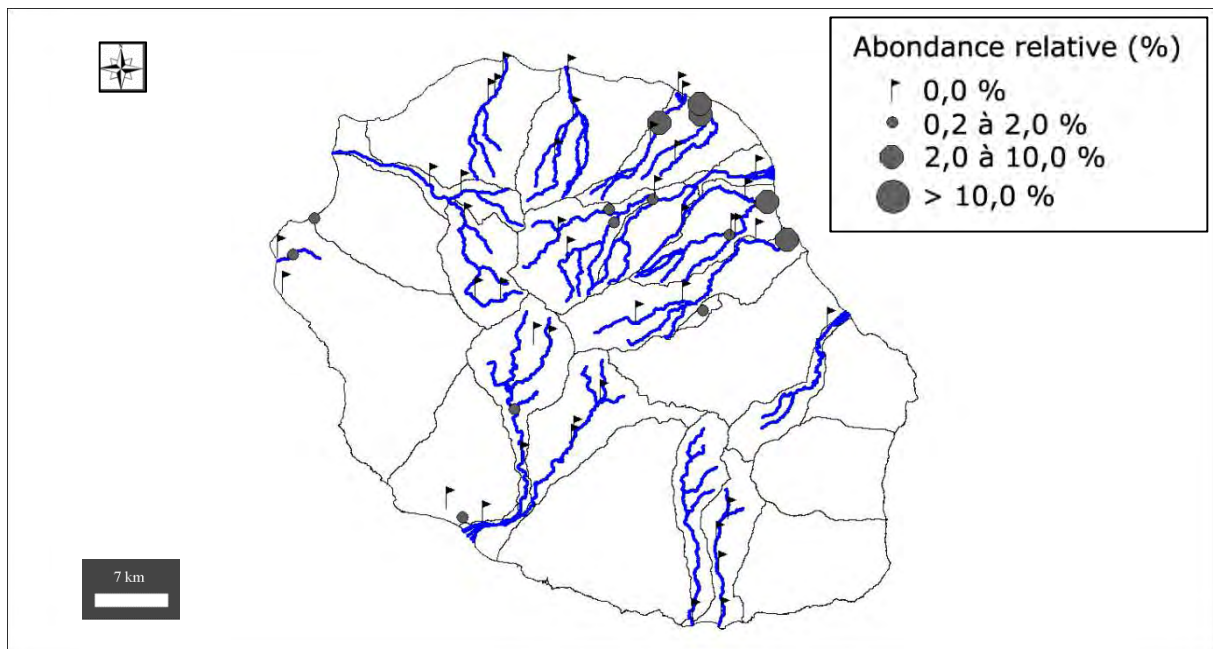
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,05 (0,15). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,18 (0,53).
Taux de saturation en oxygène (%) : 87,0 (20,3). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,19 (0,73).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,29 (0,28). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,11 (0,25). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 10,27 (8,81). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 10,60 (13,35). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
177,2 (227,5). pH (unité pH) : 7,5 (0,5). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 9,60 (22,99). Titre
alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 5,22 (3,51).

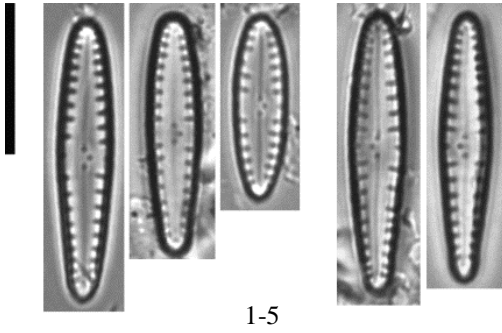
Distribution

Occurrence : 19. Abondance relative maximale (%) : 6,8.

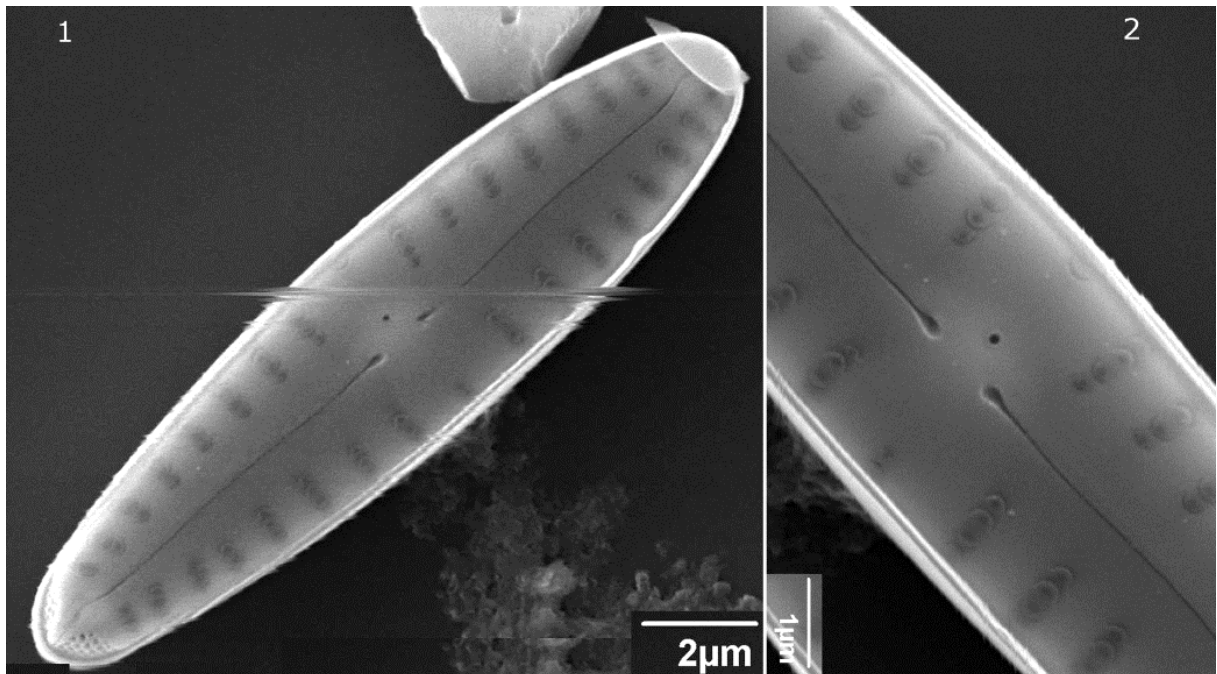
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,16.



Planches



Microscopie photonique. *Gomphonema sp. n°3* 1-5. vues valvaires. 1, 3. *La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge-Novembre 2008*, 2. . *La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge-Avril 2010*, 4. *Le Bras de Caverne amont confluence Rivière du Mât – Avril 2010*, 5. *La Rivière des Roches à Beauvallon (amont radier) – Octobre 2010*.



Microscopie électronique. *Gomphonema sp. n°3* 1-vue externe, valve. 2-vue externe, détail partie centrale. 1, 2. *La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge-Novembre 2008*.

Ordre **Achnanthes** Silva 1962
Famille **Achnanthaceae** Kützing 1844 emend. Mann in Round *et al.* 1990

Genre **Achnanthes** Bory de Saint Vincent 1822 [2]

Généritype : *Achnanthes adnata* Bory de Saint Vincent 1822

***Achnanthes rupestoides* Hohn 1961 [ARPT] ***

Synonyme : *Achnanthes repestoides* 'Hohn' VanLandingham 1967

Morphométrie : longueur (μm) : 10,0–17,0 ; largeur (μm) : 4,9–6,7 ;
nombre de stries en 10 μm : 17–22.

Préférences écologiques

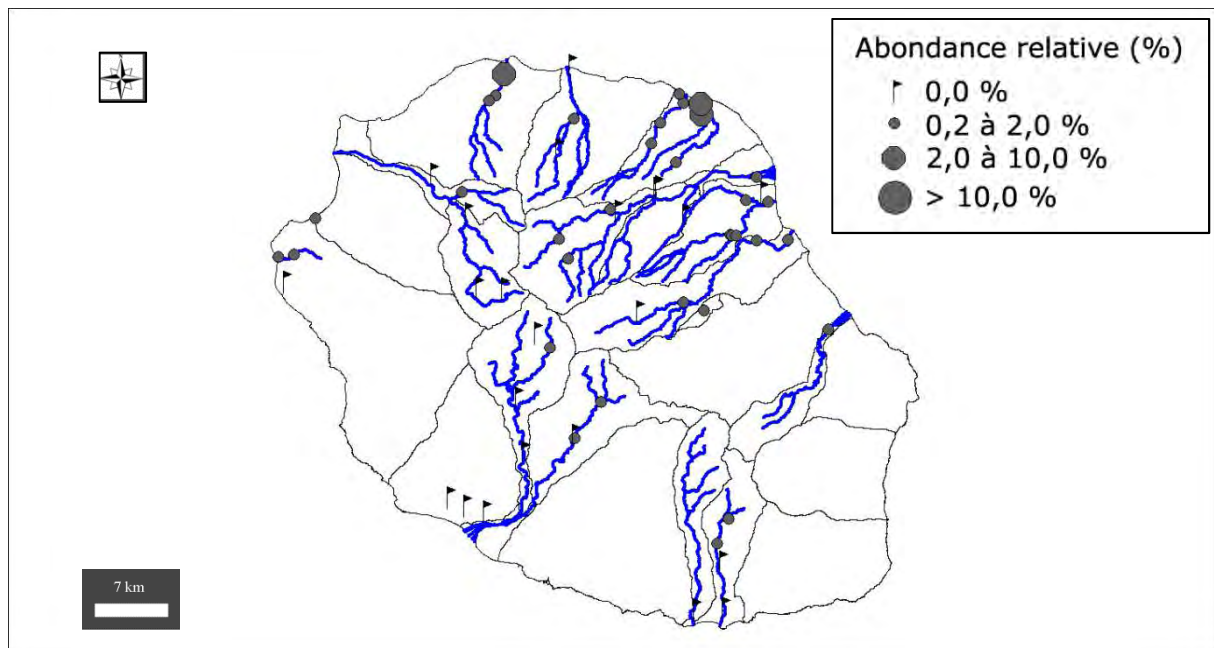
IndVal « Multipattern » : 8 + 12 + 16 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,03 (0,04). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,36 (1,13).
Taux de saturation en oxygène (%) : 94,6 (10,0). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,07 (0,06).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,96 (0,52). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,04). Calcium
(mg(Ca)/L) : 9,28 (4,50). Chlorures (mg(Cl)/L) : 11,55 (65,29). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 136,5
(234,0). pH (unité pH) : 7,7 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 3,26 (10,34). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 4,99 (1,98).

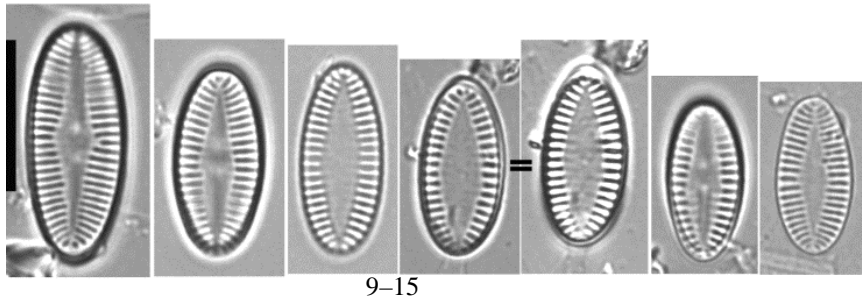
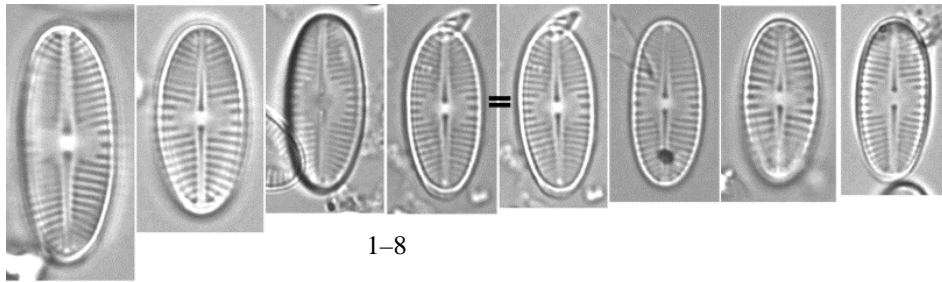
Distribution

Occurrence : 87. Abondance relative maximale (%) : 7,4.

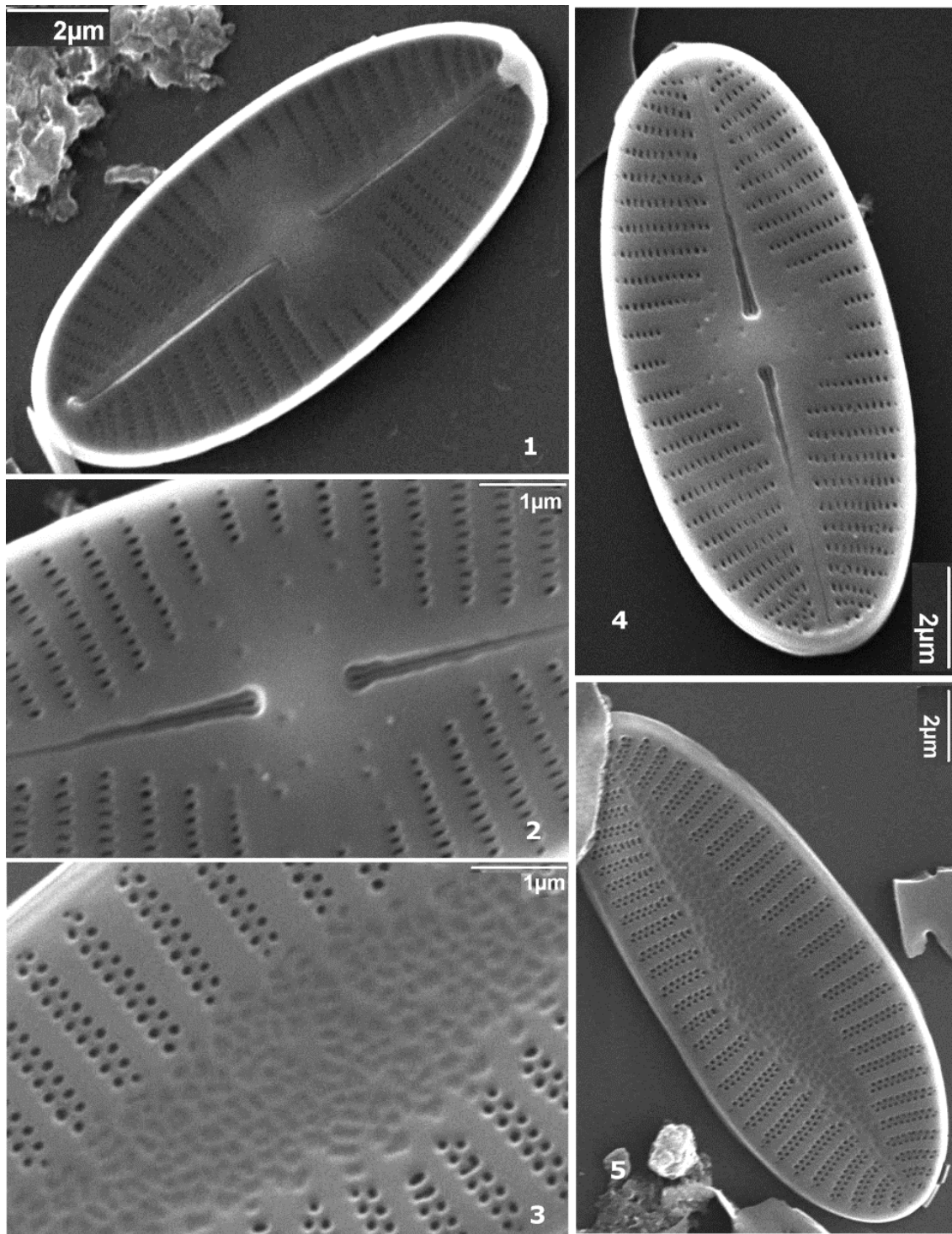
Moyenne des fréquences d'apparition : 0,69.



Planches



Microscopie photonique. *Achnanthes rupestoides* 1–8. Valves à raphé. 9–15. Valves sans raphé. 1–15 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Octobre 2008.



Microscopie électronique. *Achnanthes rupestoides* 1 valve à raphé vue interne. 2 valve à raphé, vue externe, détail de l'aire centrale. 3 valve sans raphé, vue externe, détail partie centrale. 4 valve à raphé, vue externe. 5 valve sans raphé, vue externe. 1–5 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Octobre 2008.

Famille **Cocconeidaceae** Kützing 1844

Genre **Cocconeis** Ehrenberg 1837 [4]

Généritype : *Cocconeis scutellum* Ehrenberg 1838

***Cocconeis euglypta* Ehrenberg 1854 [CEUG] ***

Synonymes : *Cocconeis placentula* f. *euglypta* (Ehrenberg) Hustedt 1957, *Cocconeis lineata* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow in Van Heurck 1880, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Grunow 1884, *Cyclotella lineata* var. *euglypta* Gutwinski 1895, *Cocconeis placentula* var. *euglypta* (Ehrenberg) Cleve 1895.

Morphométrie : longueur (µm) : 7,5–18,5 ; largeur (µm) : 4,7 – 9,0 ;
nombre de stries en 10 µm : 22–24.

Préférences écologiques

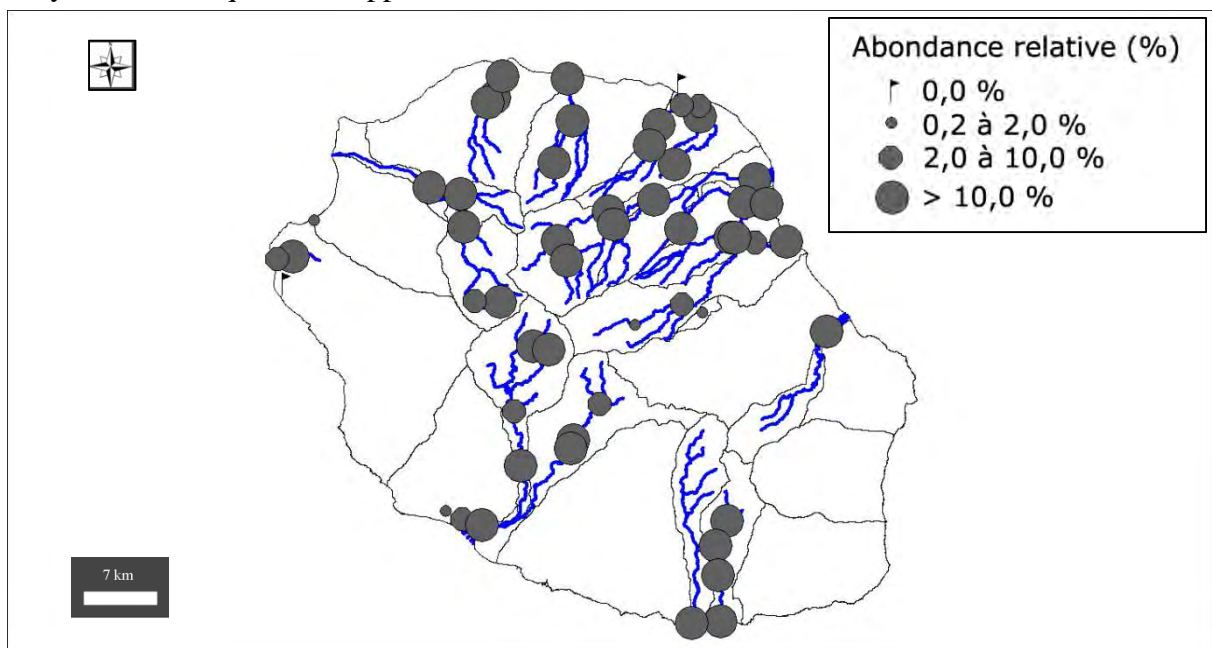
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 7 + 8 + 16 + 19 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,19 (1,21). Taux de saturation en oxygène (%) : 97,8 (12,3). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,07 (0,07). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,11 (0,53). Phosphore total (mg(P)) : 0,06 (0,05). Calcium (mg(Ca)/L) : 12,70 (8,68). Chlorures (mg(Cl)/L) : 3,26 (3,72). Conductivité (µS/cm) : 152,7 (96,5). pH (unité pH) : 8,2 (0,6). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 6,71 (11,54). Titre alcalimétrique complet (°f) : 6,94 (4,65).

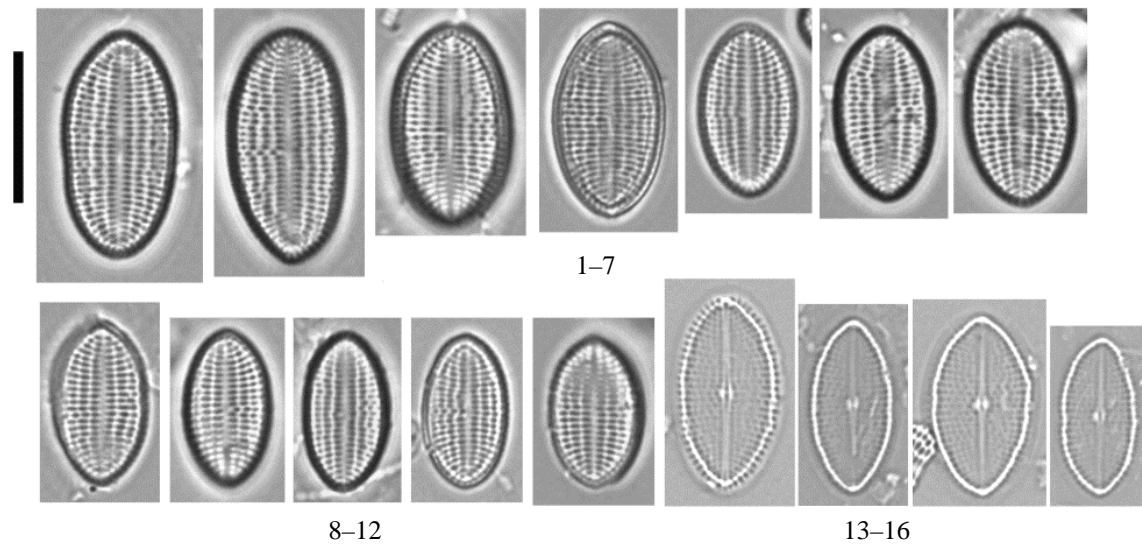
Distribution

Occurrence : 279. Abondance relative maximale (%) : 71,0.

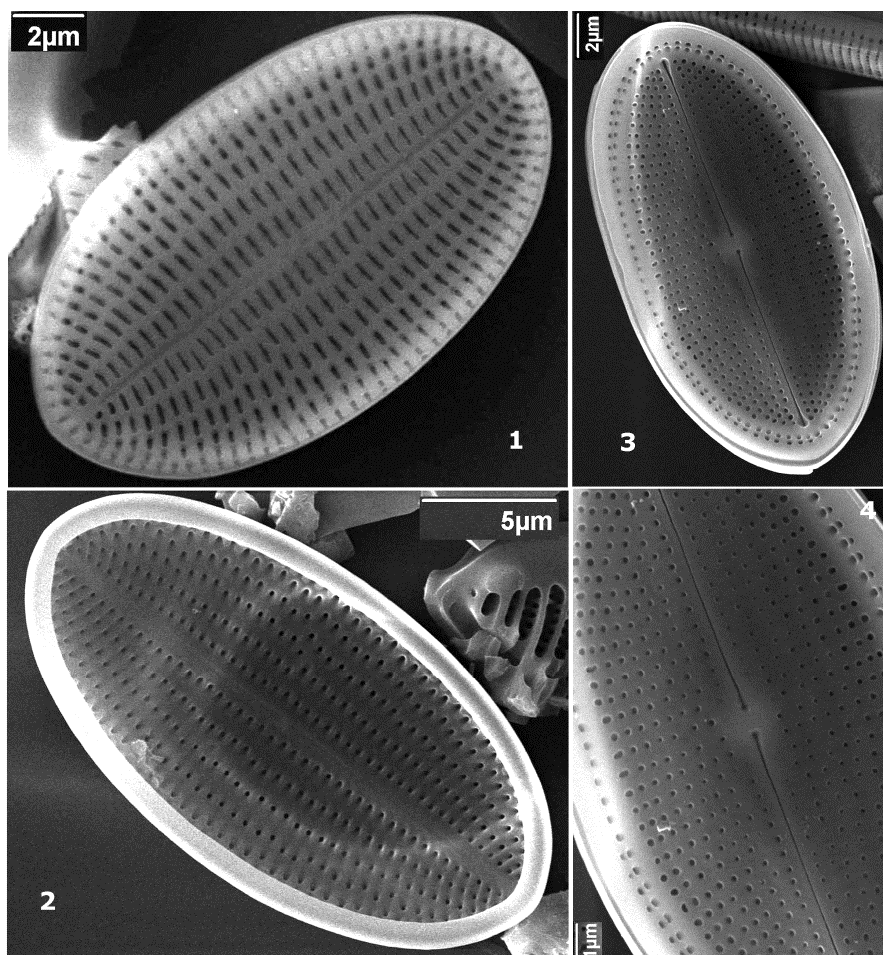
Moyenne des fréquences d'apparition : 12,53.



Planches



Microscopie photonique. *Cocconeis euglypta* 1–12 vues valvaires–valves sans raphé. 13–16 vues valvaires–valves à raphé. 13–16 Le Bras de Cilaos à Ilet Furcy – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Cocconeis euglypta* 1 vue externe–valve sans raphé. 2 vue interne–valve sans raphé. 3–4 vue externe–valve à raphé. 1,3–4 Le Bras de Sainte–Suzanne à Grand Bassin (600 m amont cascade) – Avril 2009 ; 2 Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP) – Octobre 2008.

***Cocconeis pediculus* Ehrenberg 1838 [CPED] ***

Synonymes : *Cocconeis communis* var. *pediculus* (Ehrenberg) Gutwinski 1887; *Cocconeis communis* var. *pediculus* (Ehrenberg) Kirchner 1878; *Cocconeis communis* f. *pediculus* (Ehrenberg) Chmielewski 1885; *Encyonema caespitosum* var. *pediculus* (Ehrenberg) De Toni 1891

Morphométrie : longueur (μm) : 12,0–54,0; largeur(μm) : 7,0–37,0;
nombre de stries en 10 μm : 16–24.

Préférences écologiques

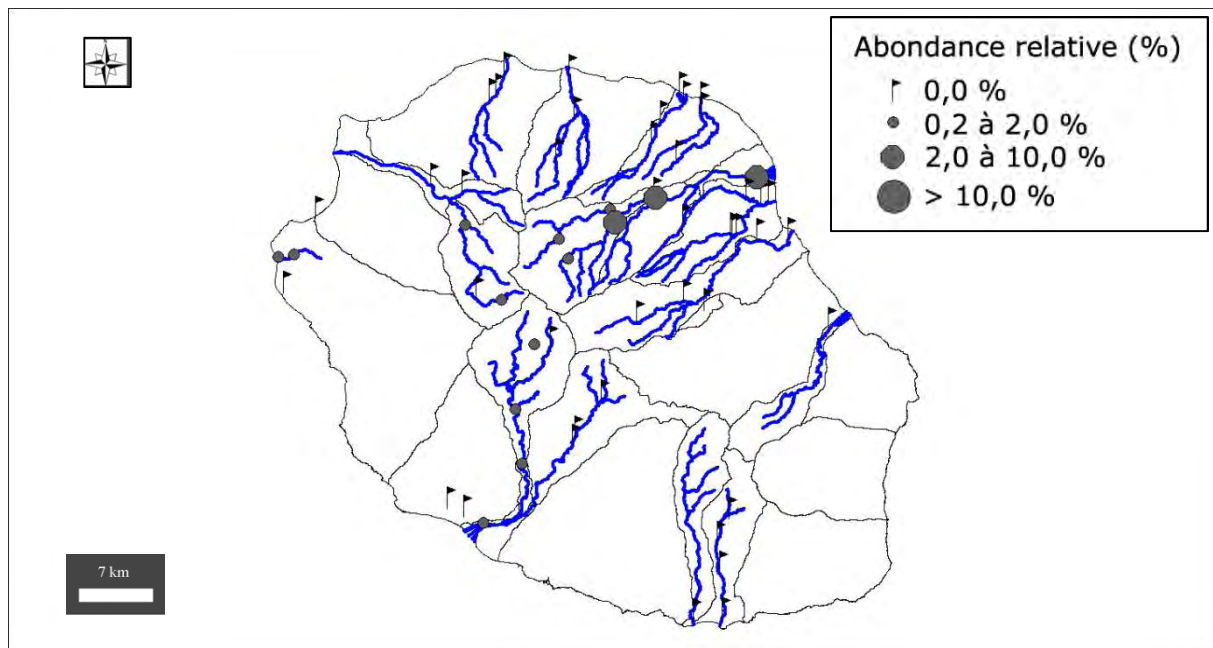
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 8

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,07 (1,10). Taux de saturation en oxygène (%) : 99,7 (15,8). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,07 (0,05). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,77 (0,56). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,07 (0,04). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 19,50 (4,28). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 3,44 (1,90). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 232,7 (52,0). pH (unité pH) : 8,7 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 10,27 (10,86). Titre alcalimétrique complet (°f) : 10,86 (2,77).

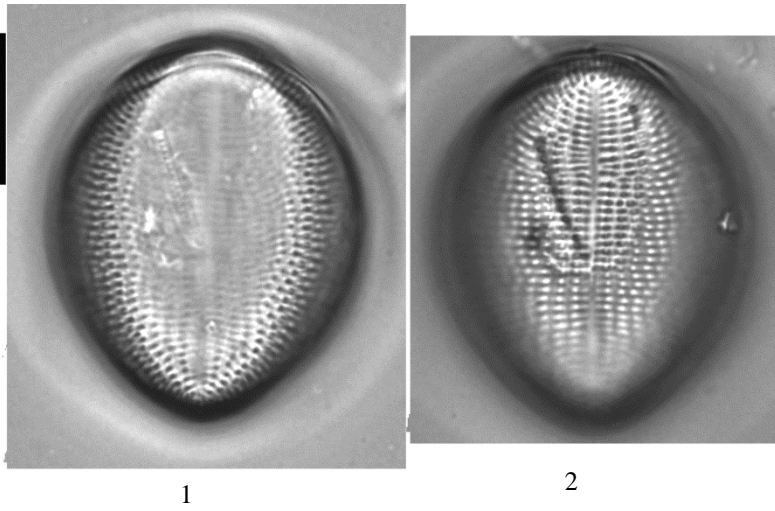
Distribution

Occurrence : 35. Abondance relative maximale (%) : 6,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,29.



Planches



Microscopie photonique. *Cocconeis pediculus* 1–2 vues valvaires–valves sans raphé. 1–2 *Le Grand Bras de Cilaos au Pavillon – Octobre 2009.*

Cocconeis sp. n°1 [COC1] *

Morphométrie : longueur (μm) : 15,7–22,1 ; largeur (μm) : 8,3–11,7.

Préférences écologiques

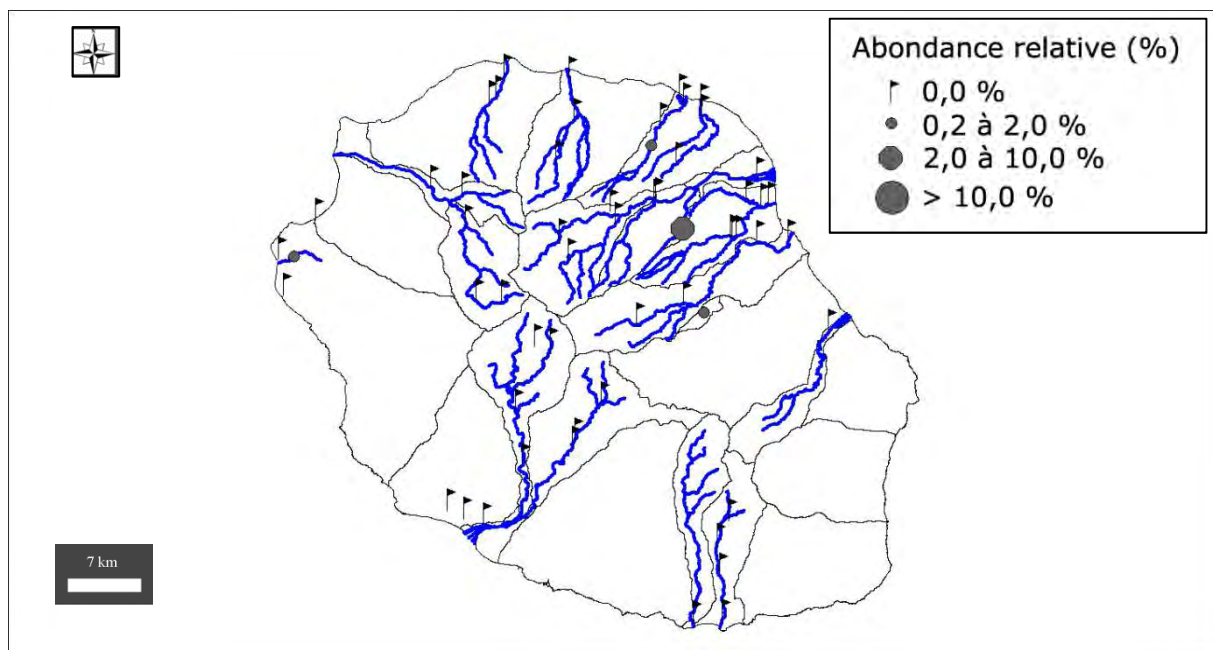
IndVal « Multipattern » : 20

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 0,81 (1,02). Taux de saturation en oxygène (%) : 78,9 (16,4). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,06 (0,11). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,29 (0,48). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,03 (0,04). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 5,24 (4,79). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 3,85 (2,71). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 59,7 (70,4). pH (unité pH) : 7,8 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,85 (1,26). Titre alcalimétrique complet (°f) : 2,61 (2,37).

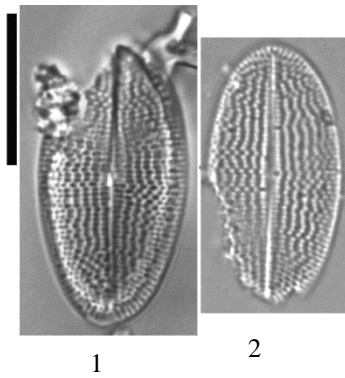
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 5,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,53.



Planches



Microscopie photonique. *Cocconeis sp. n°1* 1–2 vues valvaires–valves sans raphé. 1–2 *Le Grand Bras de Cilaos au Pavillon – Octobre 2009.*

Cocconeis sp. n°2 [COC2]

Morphométrie : longueur (μm) : 15,4–20,7 ; largeur (μm) : 8,0– 13,1.

Préférences écologiques

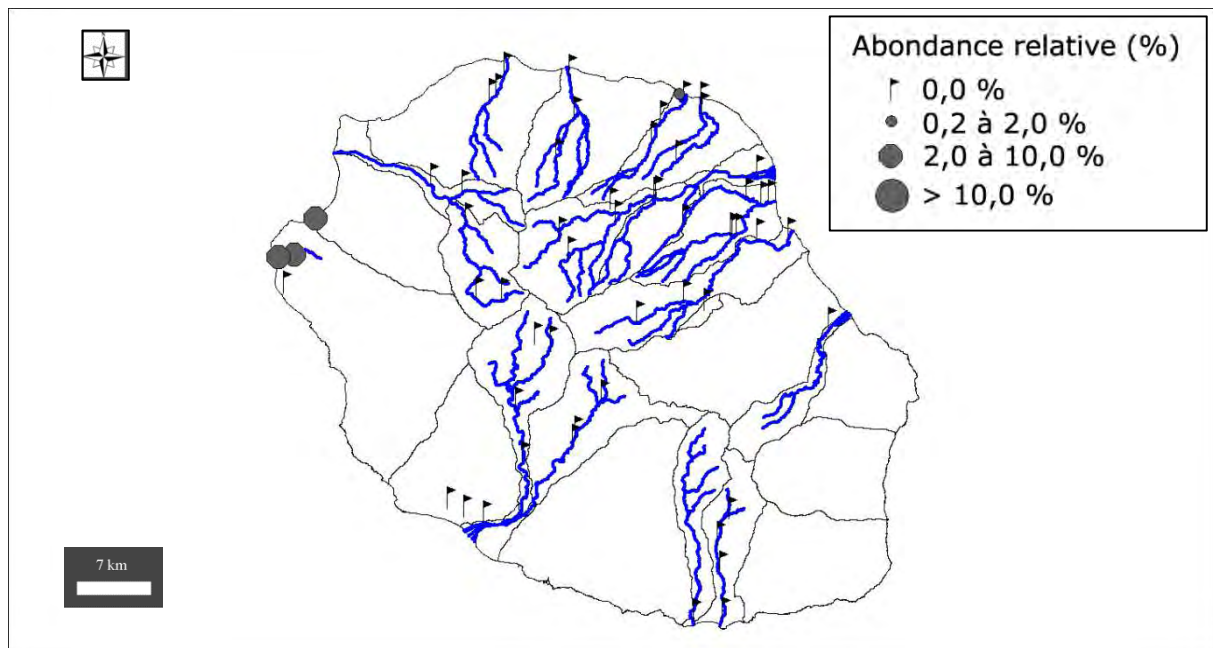
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–3)

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,11 (0,28). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 0,86 (0,84). Taux de saturation en oxygène (%) : 93,8 (13,8). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,57 (1,34). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,87 (0,54). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,22 (0,47). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 14,88 (7,75). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 110,46 (364,51). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 539,5 (1254,3). pH (unité pH) : 8,0 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 18,02 (49,01). Titre alcalimétrique complet (°f) : 6,92 (2,18).

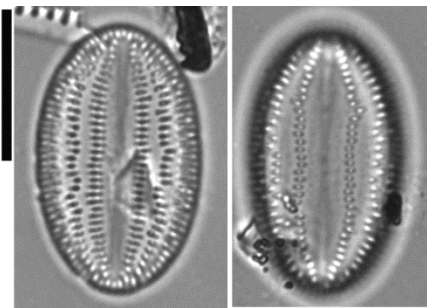
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 10,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 3,13.



Planches



1

2

Microscopie photonique. *Cocconeis* sp. n°2 1–2 vues valvaires–valves sans raphé. 1–2 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Novembre 2008.

Famille **Achnanthidiaceae** Mann in Round *et al.* 1990

Genre *Achnanthidium* Kützing 1844 [9]

Généritype : *Achnanthidium microcephalum* Kützing 1844

***Achnanthidium catenatum* (Bily & Marvan) Lange–Bertalot 1999 [ADCT] ***

Basionyme : *Achnanthes catenata* Bily & Marvan 1959

Synonyme : *Achnanthes catenata* Bily & Marvan 1959

Morphométrie : longueur (μm) : 12,0–17,8 ; largeur (μm) : 2,5–3,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 32–34.

Préférences écologiques

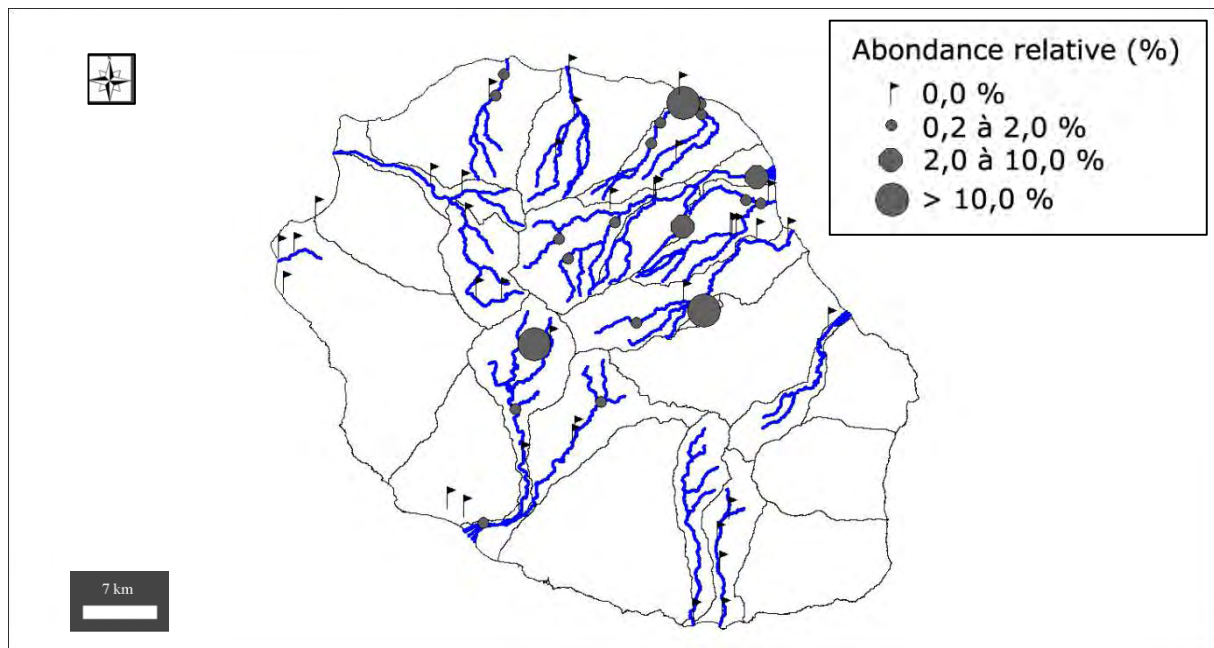
IndVal « Multipattern » : 16

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,04). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 3,36 (1,52).
Taux de saturation en oxygène (%) : 95,8 (8,7). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,05 (0,05).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,93 (0,55). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,05 (0,06). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 4,53 (5,71). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 4,63 (3,01). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 64,1
(77,0). pH (unité pH) : 7,5 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 1,28 (4,35). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 2,72 (3,36).

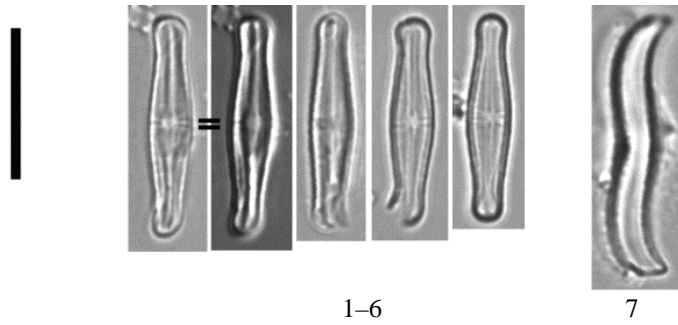
Distribution

Occurrence : 30. Abondance relative maximale (%) : 19,6.

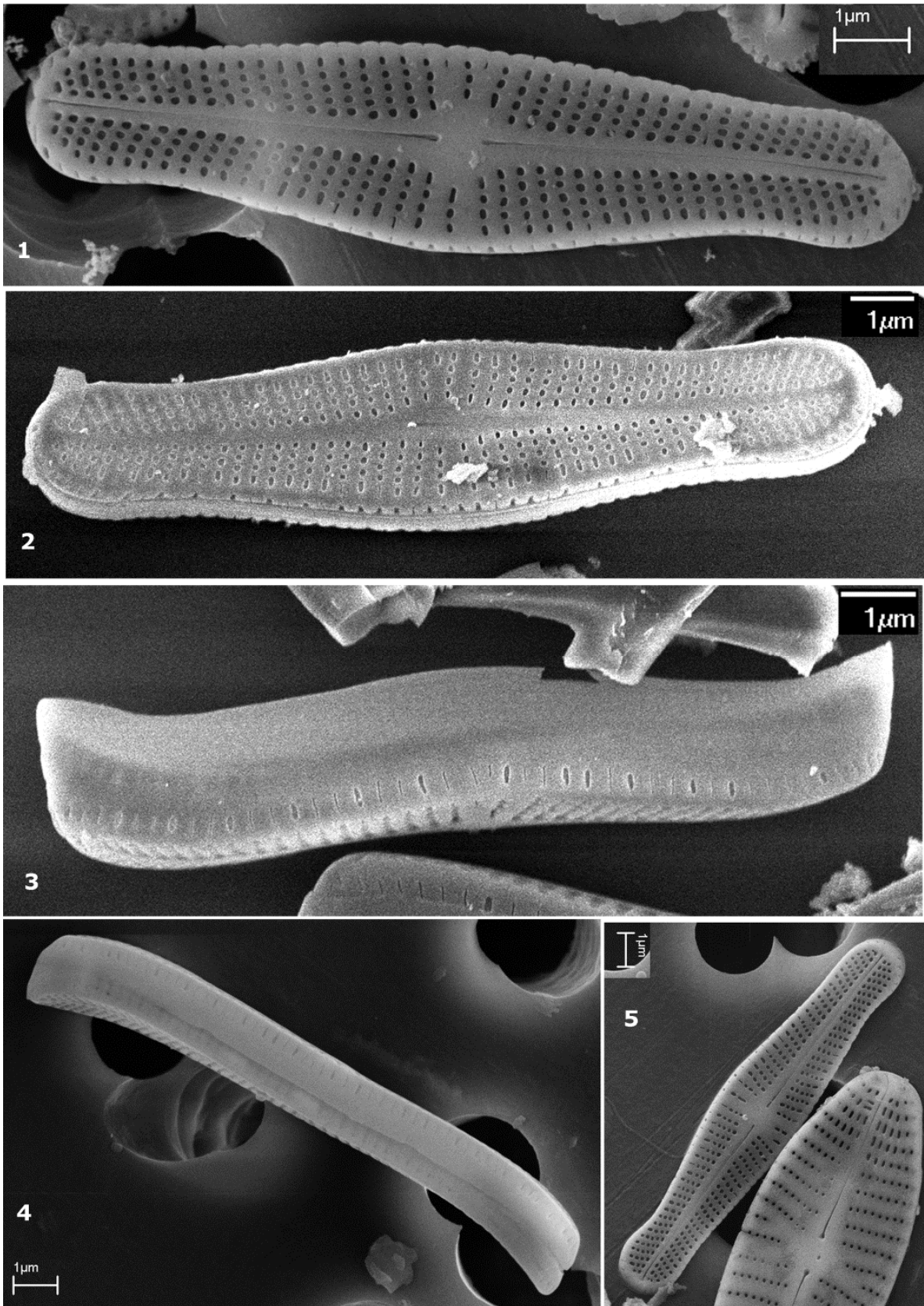
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,92.



Planches



Microscopie photonique. *Achnanthydium catenatum* 1–5 valves à raphé. 6 Vue connective.
1–5 La Ravine de l'Etang de Grand Etang – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Achnanthisdium catenatum* 1 valve à raphé, vue externe. 2 valve sans raphé, vue externe. 3–4 vues connectives. 5 valve à raphé, vue externe. 1–5 La Ravine de l'Étang de Grand Etang – Avril 2009.

***Achnanthydium exiguum* (Grunow) Czarnecki 1994 [ADEG] ***

Basionyme : *Achnanthes exigua* Grunow in Cleve & Grunow 1880

Synonymes : *Achnanthes exigua* Grunow in Cleve & Grunow 1880, *Stauroneis exilis* Kützing 1844, *Microneis exigua* (Grunow) Comber 1901.

Morphométrie : longueur (µm) : 7,0–16,0 ; largeur (µm) : 3,7–5,5 ;
nombre de stries en 10 µm : 20–24 (SR), 22–35 (AR).

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 11 + 12

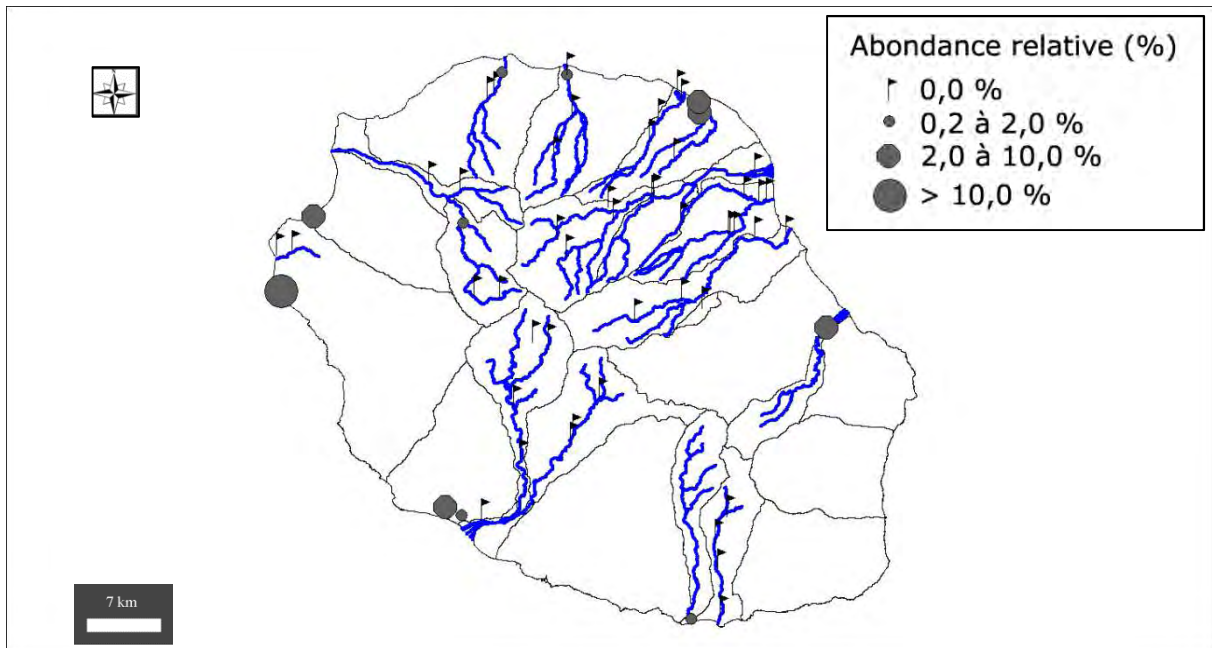
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (-5)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 4,47 (3,94). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 6,29 (4,91). Taux de saturation en oxygène (%) : 39,1 (38,3). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 3,02 (2,22). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 4,87 (3,08). Phosphore total (mg(P)) : 1,21 (0,81). Calcium (mg(Ca)/L) : 26,71 (10,59). Chlorures (mg(Cl)/L) : 262,88 (190,07). Conductivité (µS/cm) : 1532,1 (2200,0). pH (unité pH) : 7,5 (0,3). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 55,88 (34,80). Titre alcalimétrique complet (°f) : 16,27 (12,69).

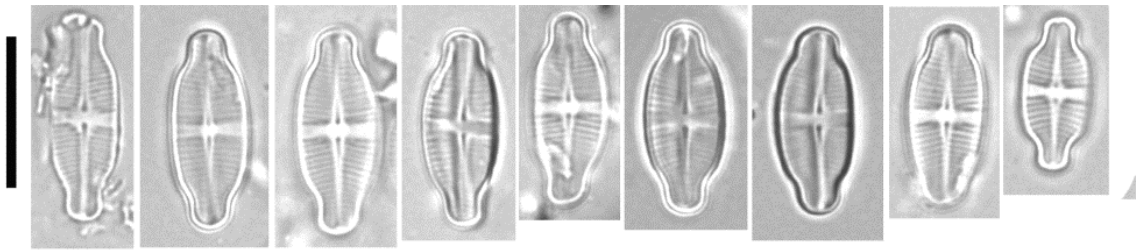
Distribution

Occurrence : 29. Abondance relative maximale (%) : 37,8.

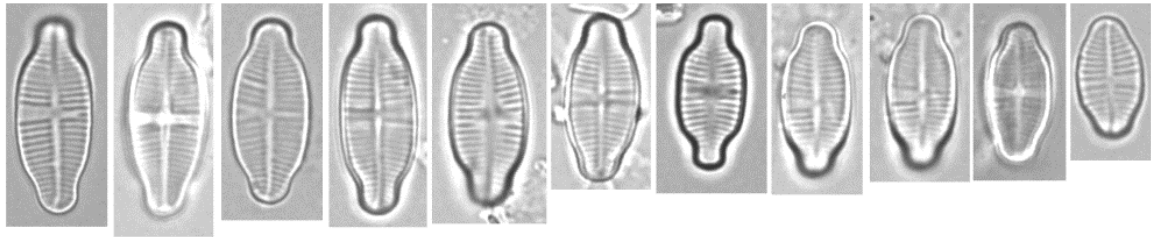
Moyenne des fréquences d'apparition : 3,16.



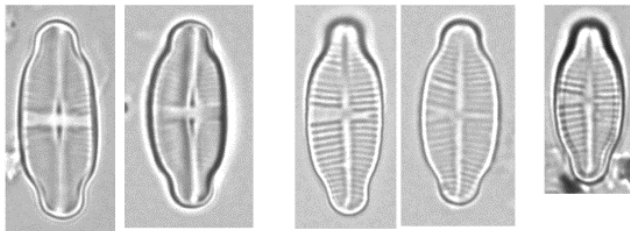
Planches



1-9

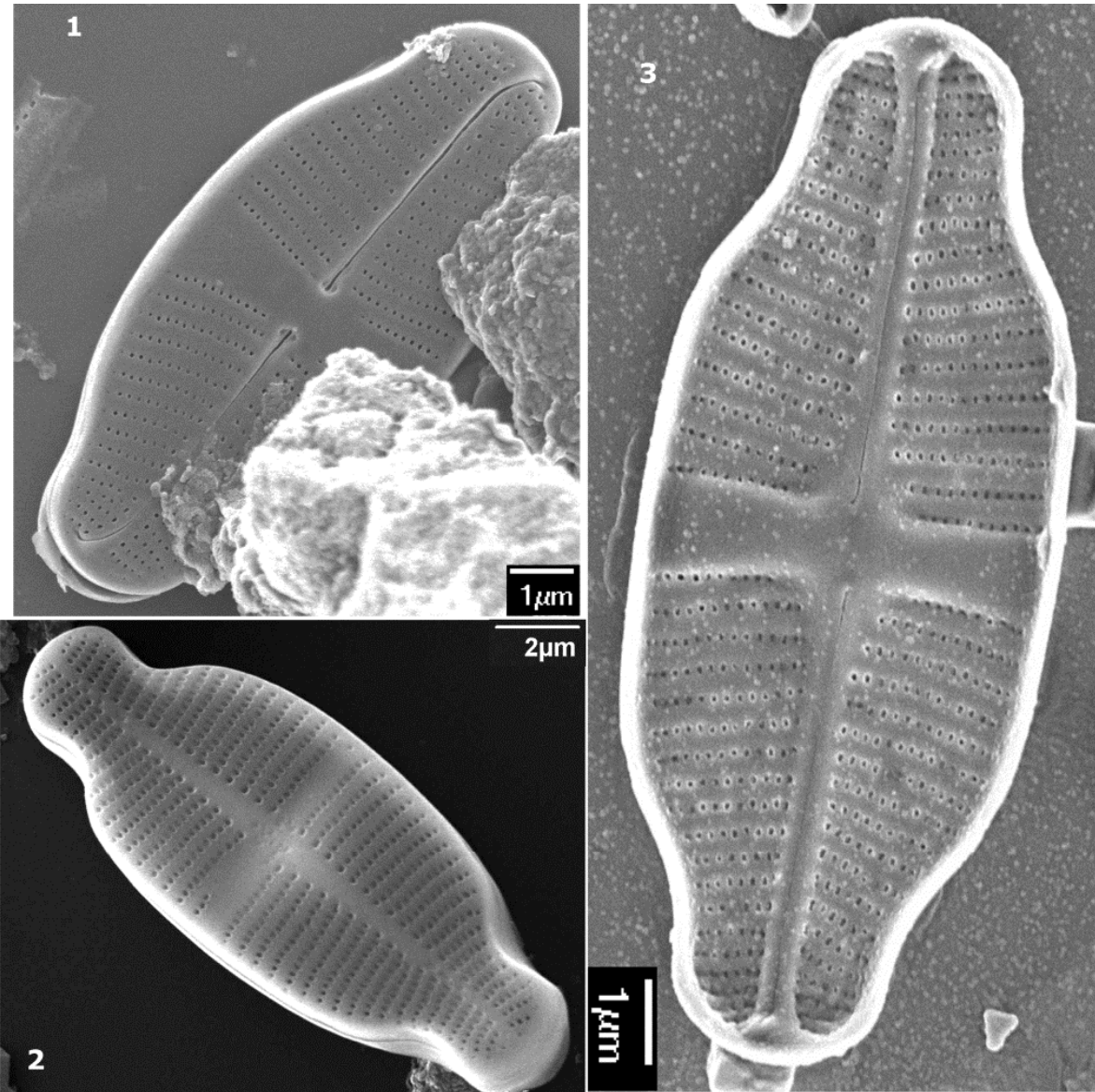


10-20



21-25

Microscopie photonique. *Achnanthydium exiguum* 1-9, 21-22 valves à raphé. 10-20, 23-25 valves sans raphé. 1-20 La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage – mai 2009 ; 21-25 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Mai 2010



Microscopie électronique. *Achnanthyidium exiguum* 1 valve à raphé, vue externe. 2 valve sans raphé, vue externe. 3 valve à raphé, vue interne. 1 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Novembre 2008 ; 3 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Mai 2010.

***Achnanthydium palmeti* Gassiole, Le Cohu & Coste 2013 [ADBE] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 6,3–14,4; largeur (μm) : 2,7–4,6 ;
nombre de stries en 10 μm : 32–35.

Préférences écologiques

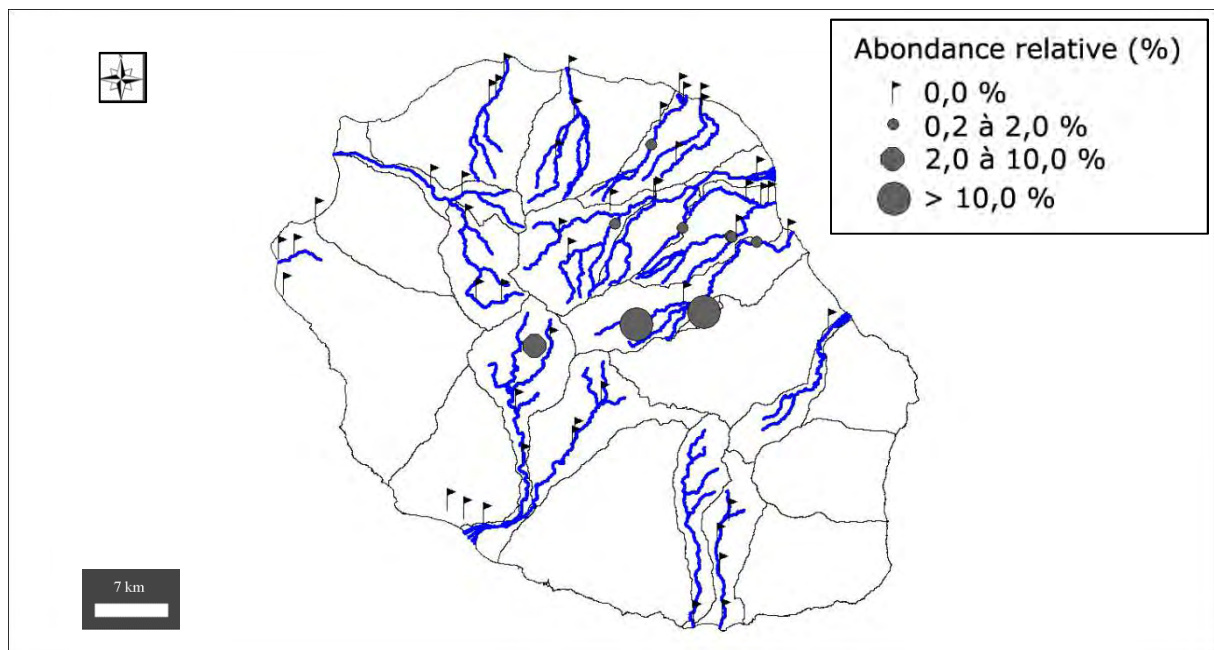
IndVal « Multipattern » : 15 + 16

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 3,13 (1,60).
Taux de saturation en oxygène (%) : 89,7 (15,8). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,03).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,11 (0,53). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,04 (0,06). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 1,71 (1,84). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 1,53 (1,62). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 23,8
(20,5). pH (unité pH) : 7,1 (0,8). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,37 (0,43). Titre alcalimétrique
complet ($^\circ\text{f}$) : 1,20 (1,02).

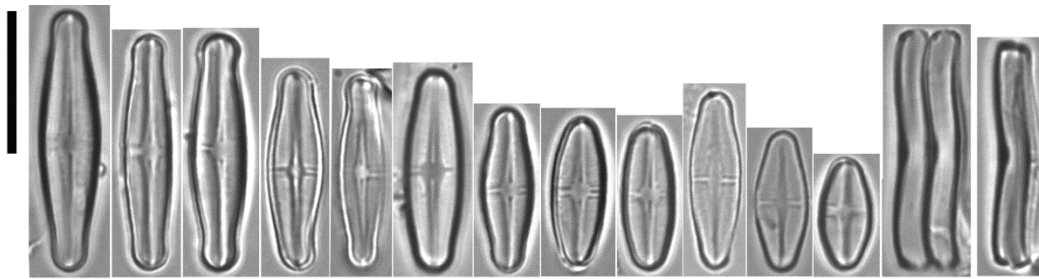
Distribution

Occurrence : 23. Abondance relative maximale (%) : 42,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 9,33.



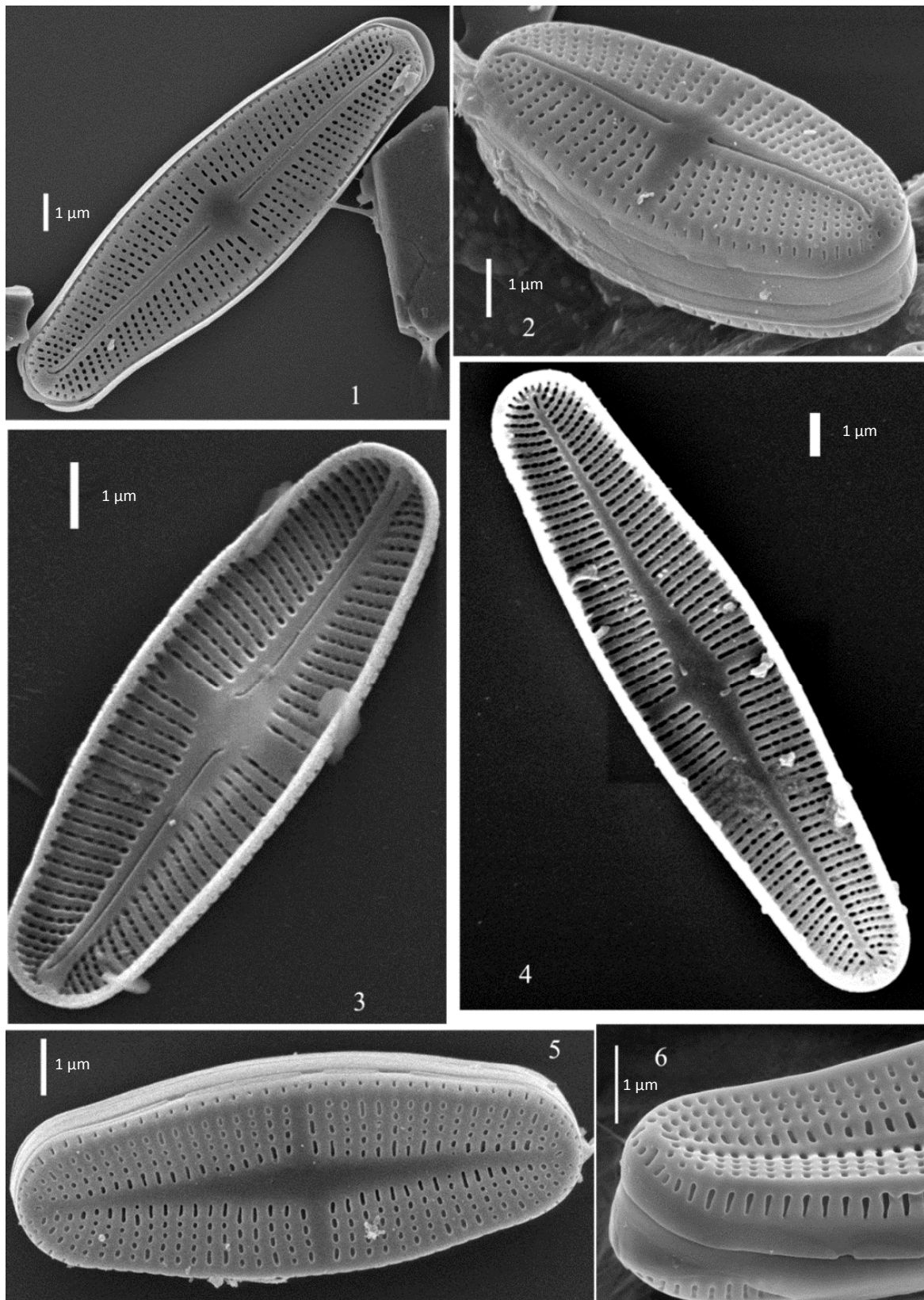
Planches



1–12

13–14

Microscopie photonique. *Achnanthydium palmeti* 1–12 Vues valvaires. 3–14 vues connectives. 1–14 La Ravine de l'Etang de Grand Etang – Décembre 2008.



Microscopie électronique. *Achnanthydium palmeti* 1, 2 Valve à raphé, vue externe. 3 valve à raphé vue interne. 4 valve sans raphé, vue interne. 5 valve sans raphé, vue externe. 6 extrémité distale. 1, 2, 5, 6 *La Ravine de l'Etang de Grand Etang* – Avril 2009. 3,4 *La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour)* – Novembre 2008.

***Achnanthydium* sp. n°4 [ADNA] ***

Morphométrie : longueur (µm) : 4,5–15,1 ; largeur (µm) : 1,9–3,9 ;
nombre de stries en 10 µm : 24–28.

Préférences écologiques

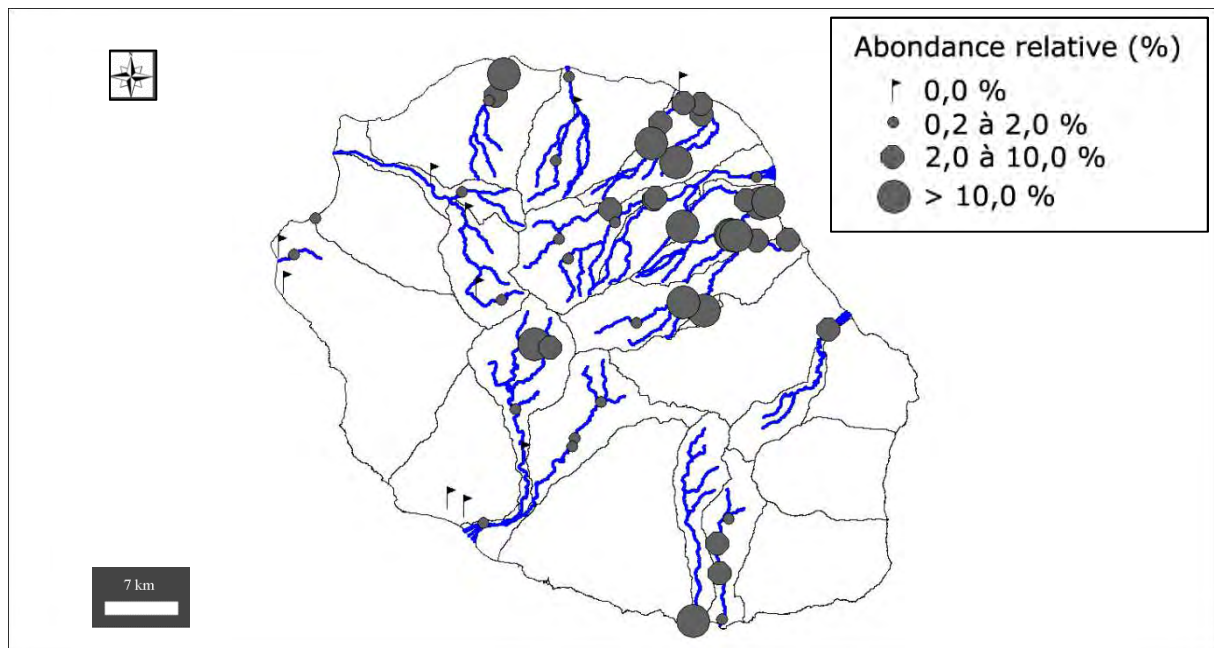
IndVal « Multipattern » : 16 + 20 +21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 2,02 (1,40).
Taux de saturation en oxygène (%) : 96,7 (10,2). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,04 (0,05).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,15 (0,63). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,04). Calcium
(mg(Ca)/L) : 4,52 (4,59). Chlorures (mg(Cl)/L) : 4,06 (2,35). Conductivité (µS/cm) : 62,0
(50,2). pH (unité pH) : 7,6 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,66 (4,88). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 2,45 (2,22).

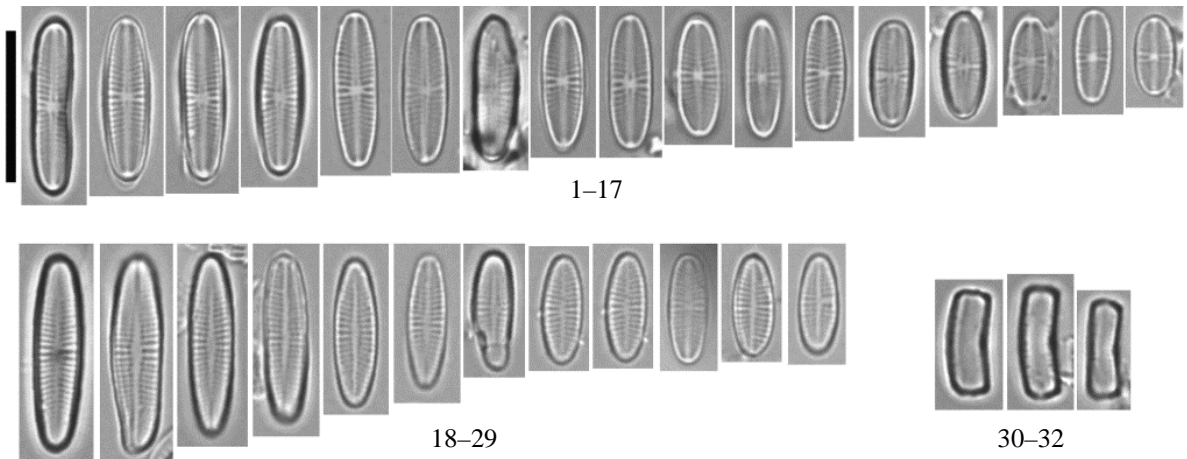
Distribution

Occurrence : 170. Abondance relative maximale (%) : 75,8.

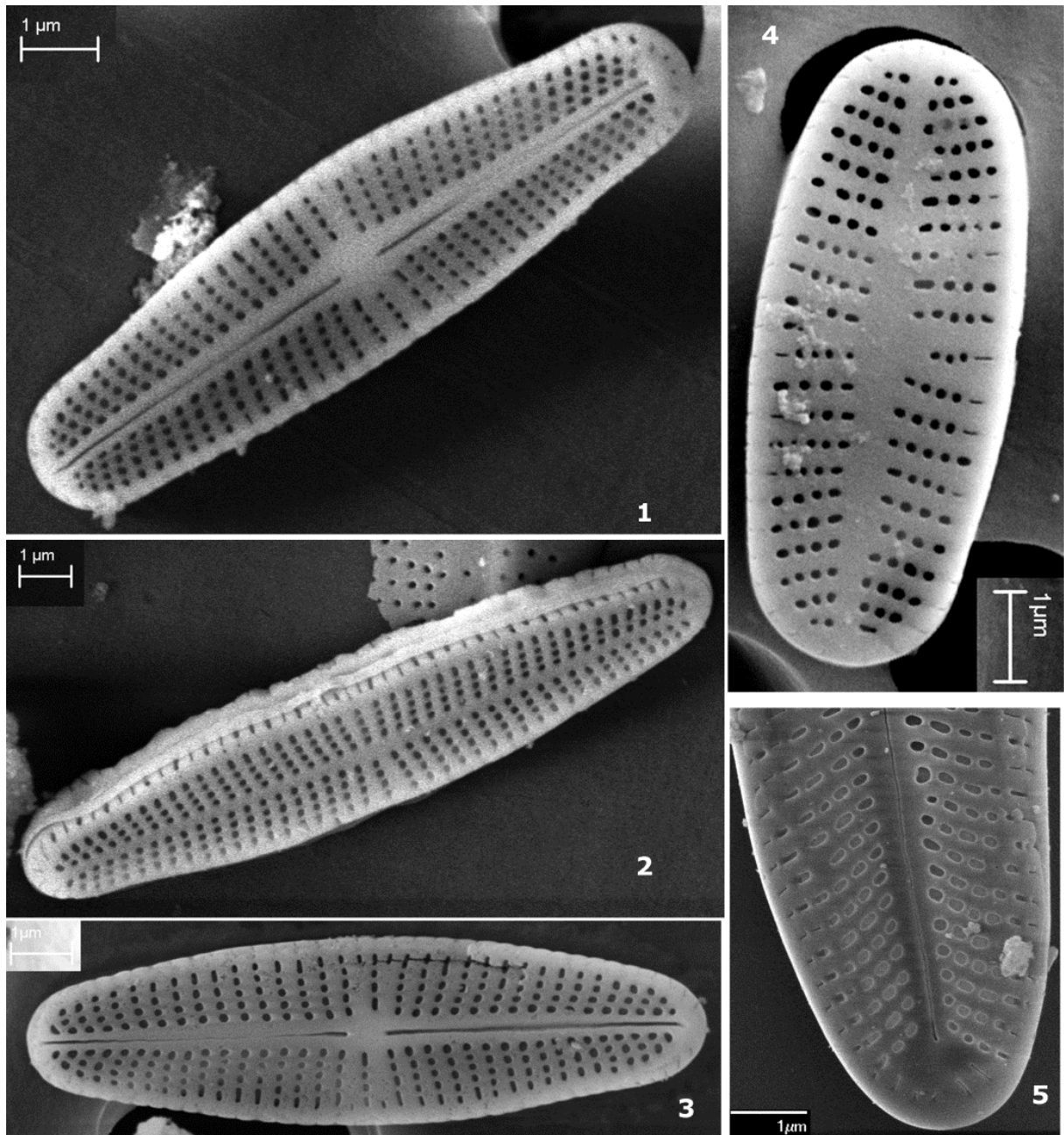
Moyenne des fréquences d'apparition : 7,19.



Planches



Microscopie photonique. *Achnanthyidium* sp. n°4 1–17 vues valvaires–valves à raphé. 18–29 vues valvaires–valves sans raphé. 30–32 vues connectives. 1–32 : *La Rivière Sainte–Suzanne au Bassin Grondin – Novembre 2008.*



Microscopie électronique. *Achnanthydium* sp. n°4 1 valve à raphé, vue externe. 2 valve sans raphé, vue externe. 3 valve à raphé–vue externe. 4 valve sans raphé–vue externe. 5 Valve à raphé–vue interne, détail partie distale. 1–5 : *La Rivière Sainte–Suzanne au Bassin Grondin – Novembre 2008.*

Achnanthydium sp. n°5 [ADPN]

Morphométrie : longueur (µm) : 7,0–14,6 ; largeur (µm) : 3,0–3,9

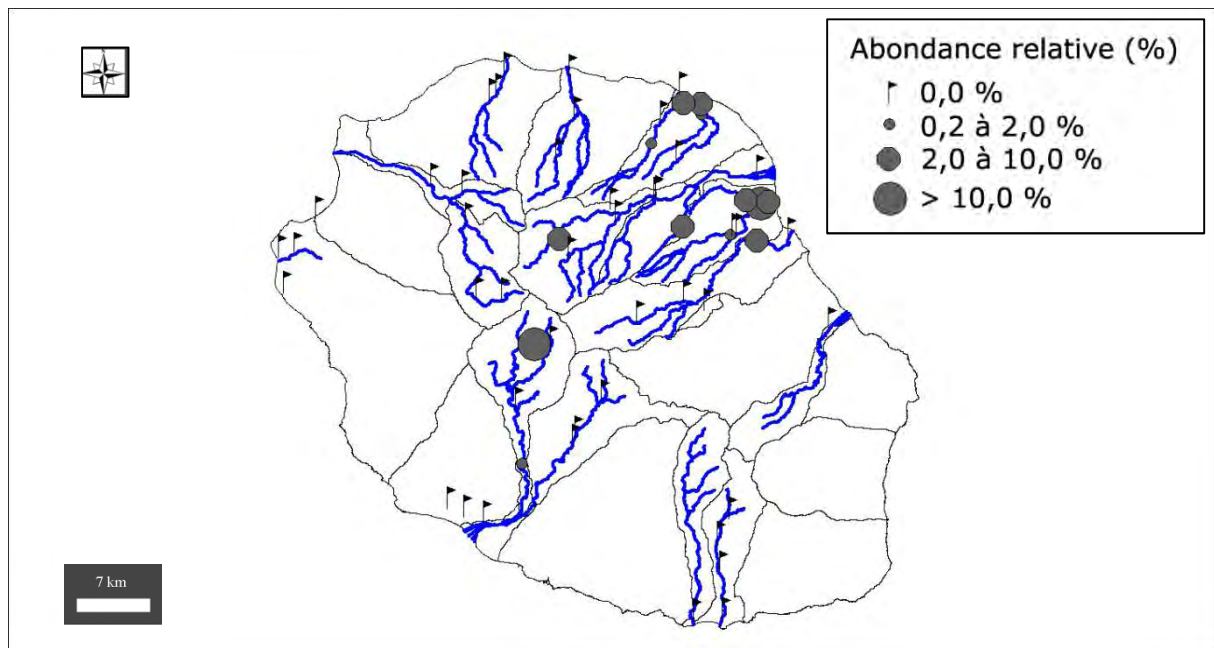
Préférences écologiques

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,02 (0,04). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,37 (0,71). Taux de saturation en oxygène (%) : 102,4 (10,3). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,01). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,20 (0,36). Phosphore total (mg(P)) : 0,08 (0,17). Calcium (mg(Ca)/L) : 6,22 (5,20). Chlorures (mg(Cl)/L) : 7,83 (6,84). Conductivité (µS/cm) : 96,6 (64,4). pH (unité pH) : 7,6 (0,3). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,76 (3,94). Titre alcalimétrique complet (°f) : 3,65 (3,05).

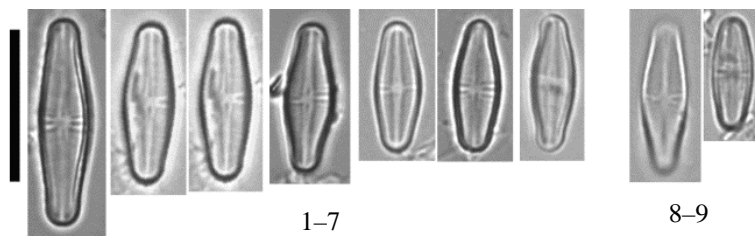
Distribution

Occurrence : 18. Abondance relative maximale (%) : 13,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 3,84.



Planche



Microscopie photonique. *Achnanthydium* sp. n°5 1–7 vues valvaires–valves à raphé. 8–9 vues valvaires–valves sans raphé. 1–9 Le Bras Pétard Libéria– Avril 2010.

***Achnantheidium subhudsonis* (Hustedt) Kobayasi in Kobayasi *et al.* 2006 [ADSH] ***

Basionyme : *Achnanthes subhudsonis* Hustedt 1921

Synonyme : *Achnanthes subhudsonis* Hustedt 1921

Morphométrie : longueur (μm) : 6,5–15,1 ; largeur (μm) : 3,0–5,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 18–20.

Préférences écologiques

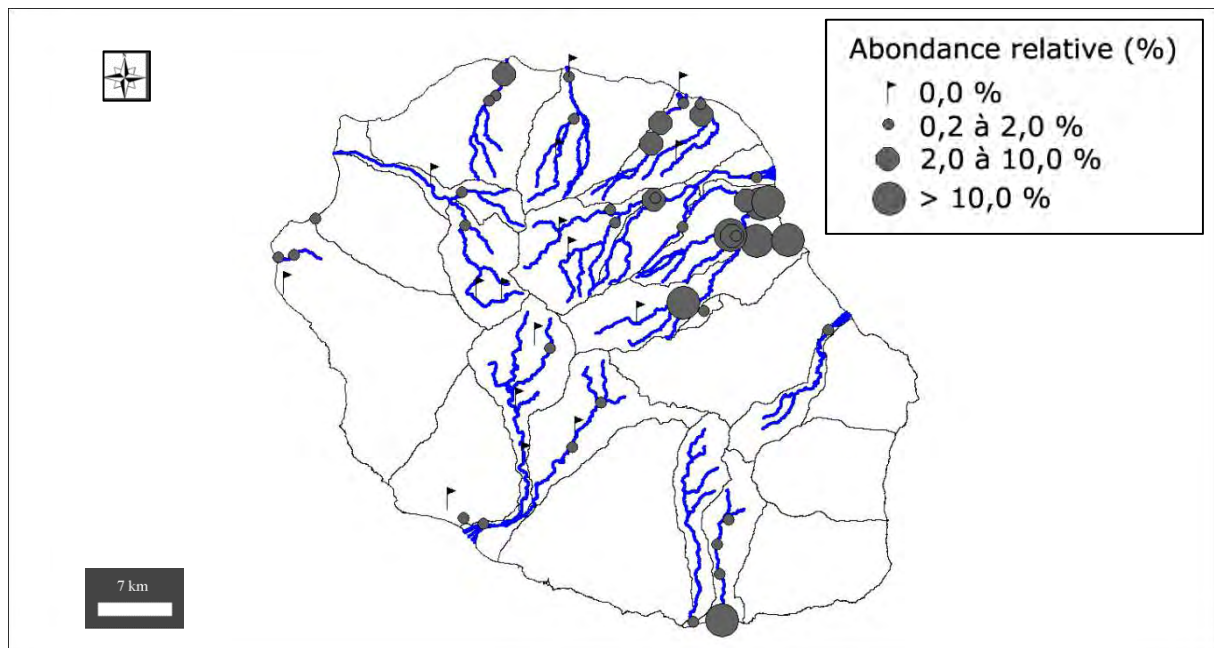
IndVal « Multipattern » : 7 + 8 + 16 + 19 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 0,92 (0,60).
Taux de saturation en oxygène (%) : 97,9 (9,4). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,07 (0,07).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,02 (0,45). Phosphore total (mg(P)) : 0,07 (0,06). Calcium
(mg(Ca)/L) : 5,82 (3,06). Chlorures (mg(Cl)/L) : 3,75 (3,39). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 78,9
(36,8). pH (unité pH) : 7,9 (0,3). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,56 (7,32). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 3,45 (1,44).

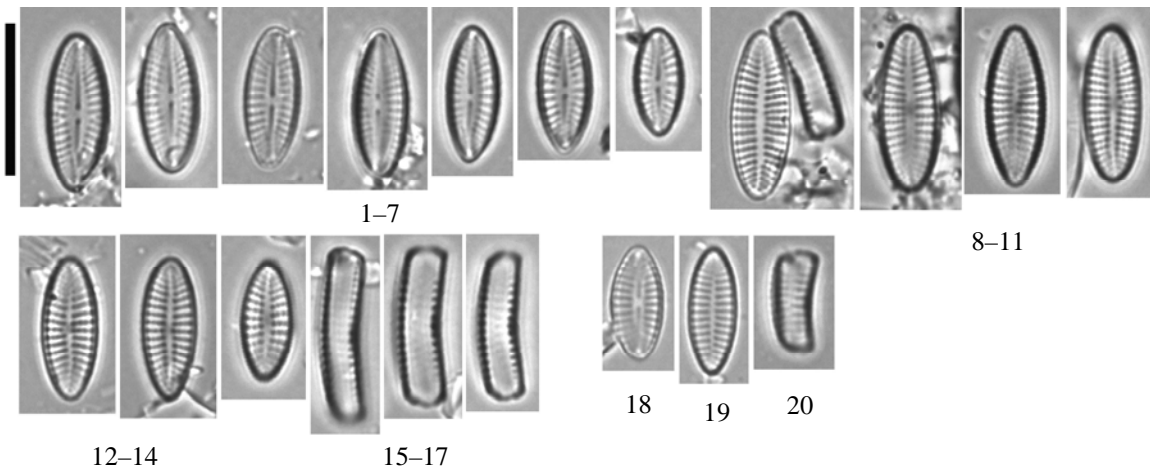
Distribution

Occurrence : 126. Abondance relative maximale (%) : 39,4.

Moyenne des fréquences d'apparition : 3,60.



Planches



Microscopie photonique. *Achnanthyidium subhudsonis* 1-7, 18 valves avec raphé. 8-14, 19 valves sans raphé. 15-17, 20 vues connectives. 1-17 *La Rivière des Marsouins à Bethléem – Avril 2010* ; 18-20 *La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français – Novembre 2008*.

Genre *Karayevia* Round & Bukhtiyarova ex Round 1998 [1]

Généritype : *Karayevia clevei* (Grunow in Cleve & Grunow) Bukhtiyarova 1999

***Karayevia aff. amoena* [KAAM]**

Karayevia amoena (Hustedt) Bukhtiyarova 2006

Basionyme : *Achnanthes amoena* Hustedt 1952

Synonymes : *Achnanthes amoena* Hustedt 1952, *Karayevia amoena* (Hustedt) Bukhtiyarova 1999

Morphométrie : longueur (μm) : 38,2–82,1; largeur (μm) : 14,1–19,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 10–12.

Préférences écologiques

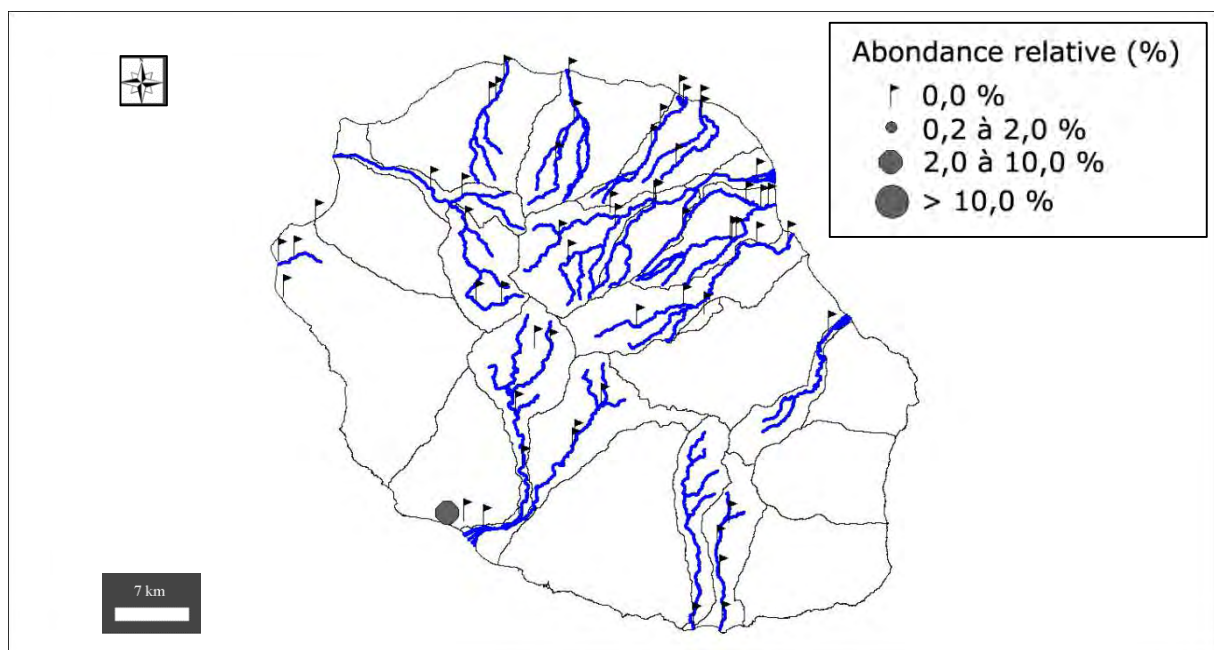
Taxon halin IDR

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 1,73 (1,25). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 11,80 (6,09). Taux de saturation en oxygène (%) : 45,1 (0,3). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 1,33 (0,37). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 3,64 (1,29). Phosphore total (mg(P)) : 0,65 (0,10). Calcium (mg(Ca)/L) : 32,13 (3,33). Chlorures (mg(Cl)/L) : 145,12 (35,97). Conductivité ($\mu\text{S/cm}$) : 1456,1 (233,1). pH (unité pH) : 7,8 (0,1). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 66,19 (12,13). Titre alcalimétrique complet (°f) : 38,84 (9,73).

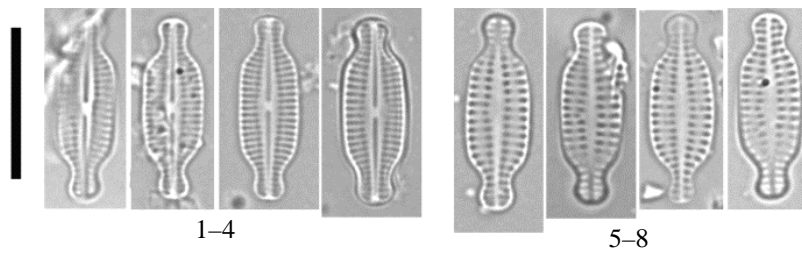
Distribution

Occurrence : 3. Abondance relative maximale (%) : 8,8.

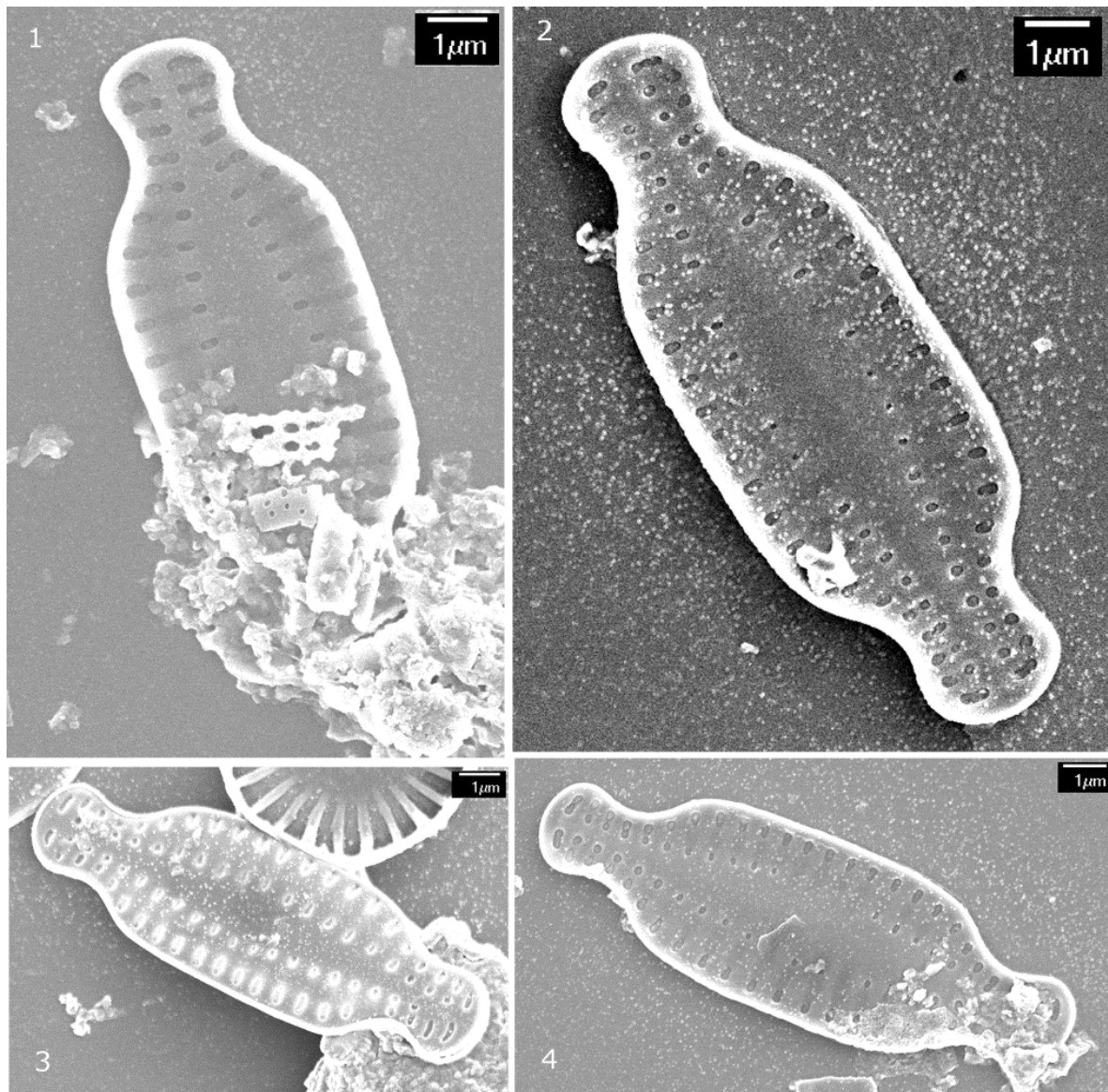
Moyenne des fréquences d'apparition : 4,07.



Planches



Microscopie Photonique. *Karayevia aff. amoena* 1-4 valves à raphé. 5-8 valves sans raphé.
1-8 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Mai 2010.



Microscopie électronique. *Karayevia aff. amoena* 1-4 valves sans raphé. 1-4 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Mai 2010.

Genre *Planothidium* Round et Bukhtiyarova 1996 [13]

Généritype : *Planothidium lanceolatum* (Brebisson) Round & Bukhtiyarova 1996

***Planothidium biporomum* (Hohn & Hellerman) Lange–Bertalot 1999 [PLBI]**

Basionyme : *Achnanthes biporoma* Hohn & Hellerman 1963

Synonymes : *Achnanthes biporoma* Hohn & Hellerman 1963, *Achnanthes lanceolata* subsp. *biporoma* (Hohn & Hellerman) Lange–Bertalot 1993, *Achnanthidium biporomum* (Hohn & Hellerman) Czarnecki in Czarnecki & Edlund 1995, *Achnantheiopsis biporoma* (Hohn & Hellerman) Lange–Bertalot 1997, *Achnanthes lanceolata* subsp. *biporoma* (Hohn & Hellerman) Lange–Bertalot in Krammer & Lange–Bertalot in H. Ettl et al. 1991

Morphométrie : longueur (μm) : 18,0–25,0 ; largeur (μm) : 5,9–7,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 12–15.

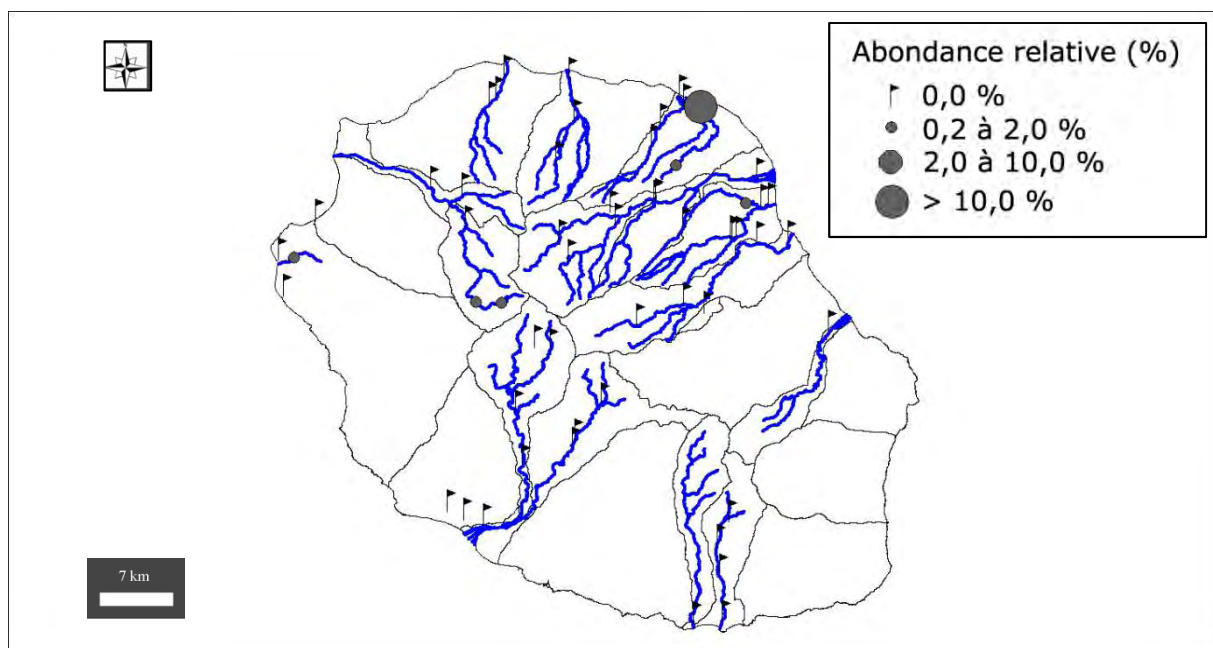
Préférences écologiques

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,13 (0,07). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,45 (0,52). Taux de saturation en oxygène (%) : 81,2 (9,5). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,02). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,31 (0,50). Phosphore total (mg(P)) : 0,06 (0,02). Calcium (mg(Ca)/L) : 10,47 (2,98). Chlorures (mg(Cl)/L) : 10,90 (2,00). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 146,2 (46,3). pH (unité pH) : 7,2 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 2,11 (0,54). Titre alcalimétrique complet (°f) : 5,57 (1,79).

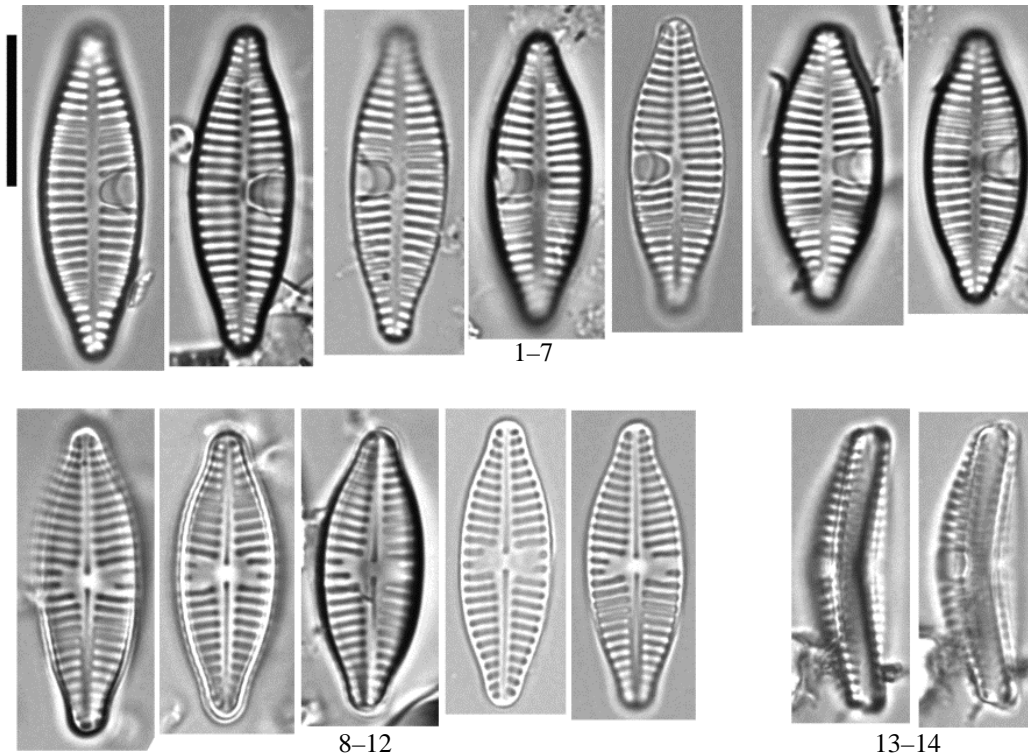
Distribution

Occurrence : 9. Abondance relative maximale (%) : 23,4.

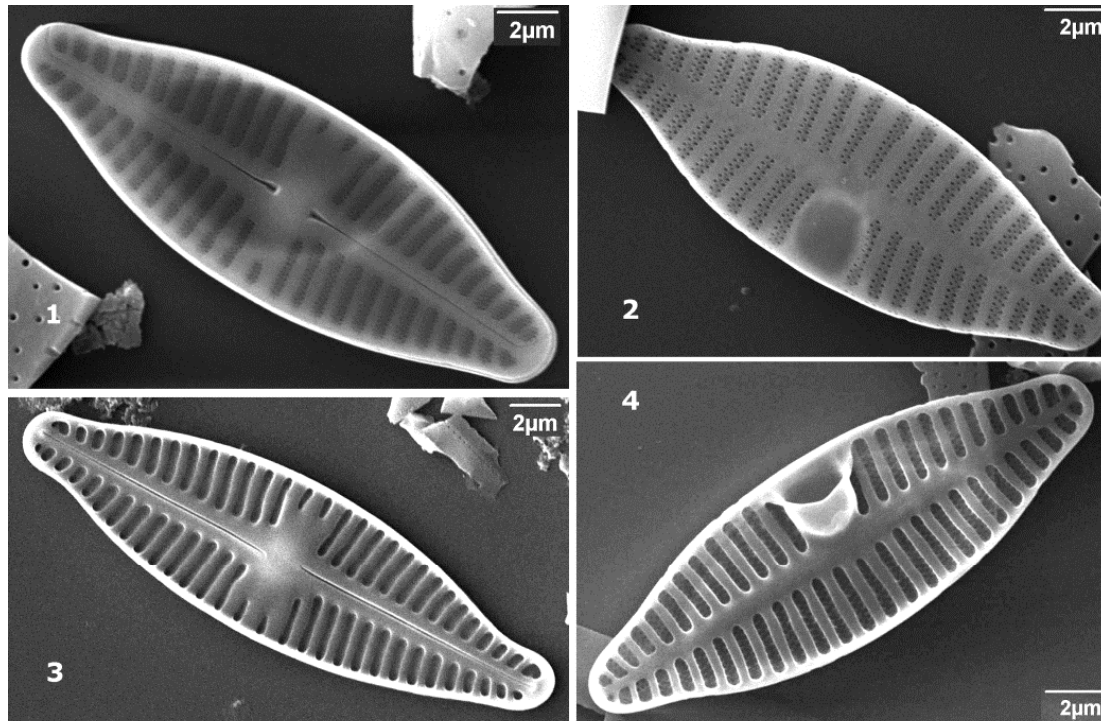
Moyenne des fréquences d'apparition : 3,82.



Planches



Microscopie photonique. *Planothidium biporum* 1-7 Vues valvaires, valves sans raphé. 8-12 vues valvaires, valves avec raphé. 13-14 vues connectives. 1-14 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Planothidium biporum* 1 – Vue valvaire, valve à raphé, vue externe. 2 Vue valvaire, valve sans raphé, vue externe. 3 vue valvaire, valve à raphé, vue interne. 4 vue valvaire, valve sans raphé, vue interne. 1-4 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Novembre 2008.

***Planothidium frequentissimum* (Lange–Bertalot in Krammer & Lange–Bertalot) Lange–Bertalot 1999 [PLFR]**

Synonymes : *Achnantheiopsis frequentissima* (Lange–Bertalot) Lange–Bertalot 1997, *Achnanthes lanceolata* subsp. *frequentissima* Lange–Bertalot 1993

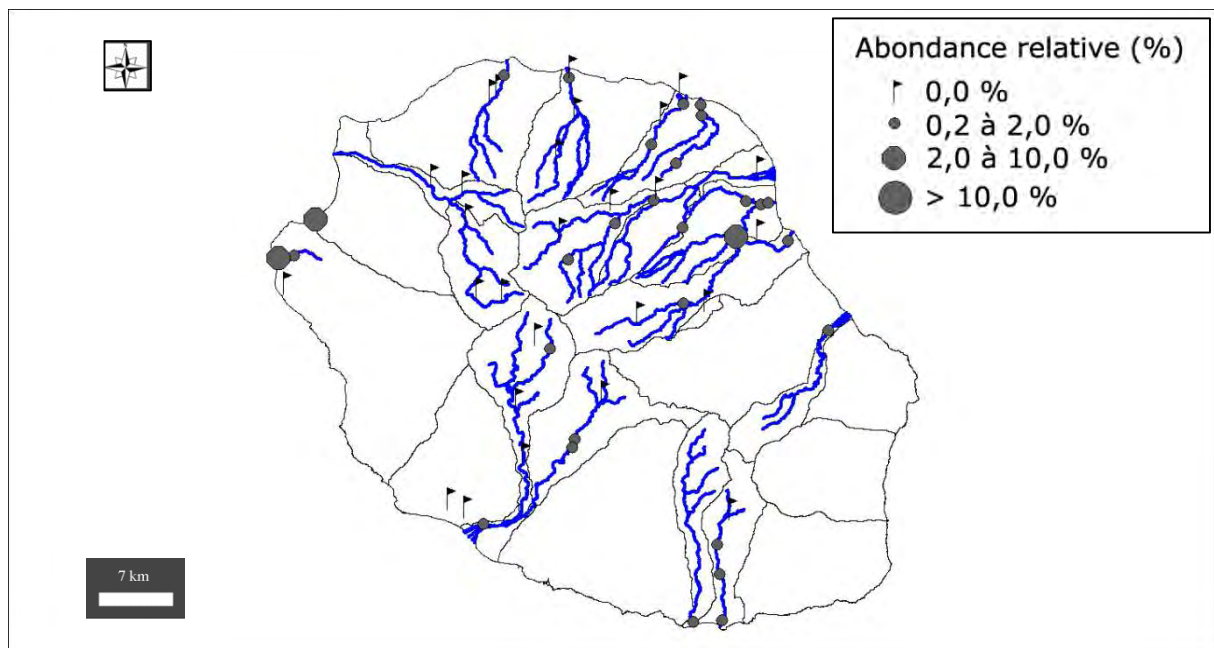
Morphométrie : longueur (µm) : 6,1–18,4 ; largeur (µm) : 3,5–5,5 ;
nombre de stries en 10 µm : 15–20.

Préférences écologiques

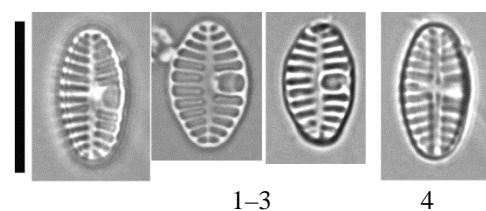
Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 0,86 (0,73). Taux de saturation en oxygène (%) : 92,9 (13,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,13 (0,10). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,00 (0,50). Phosphore total (mg(P)) : 0,07 (0,04). Calcium (mg(Ca)/L) : 12,77 (8,07). Chlorures (mg(Cl)/L) : 7,85 (7,56). Conductivité (µS/cm) : 166,4 (92,7). pH (unité pH) : 7,9 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 8,87 (13,28). Titre alcalimétrique complet (°f) : 6,23 (3,28).

Distribution

Occurrence : 49. Abondance relative maximale (%) : 5,6.
Moyenne des fréquences d'apparition : 0,75.



Planches



Microscopie photonique. *Planothidium frequentissimum* 1–3 Valves sans raphé. 4 Valve à raphé. 1–3 Le Grand Bras à l'Olympe (amont confluence Rivière des Roches) – Mai 2009.

***Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange–Bertalot 1999 [PTLA] ***

Basionyme : *Achnanthydium lanceolatum* Brébisson ex Kützing 1846

Synonymes : *Planothidium lanceolatum* (Brébisson) Round et Bukhtiyarova 1996, *Achnantheiopsis lanceolata* (Brébisson ex Kützing) Lange–Bertalot 1997, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson ex Kützing) Grunow in Cleve & Grunow 1880, *Achnanthydium lanceolatum* Brébisson ex Kützing 1846, *Microneis lanceolata* (Brébisson in Kützing) Frenguelli 1923, *Achnanthes lanceolata* (Brébisson ex Kützing) Grunow in Van Heurck 1880, *Planothidium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Bukhtiyarova 1999

Morphométrie : longueur (µm) : 8,0–27,0 ; largeur (µm) : 4,5–8,0 ;
nombre de stries en 10 µm : 10–15.

Préférences écologiques

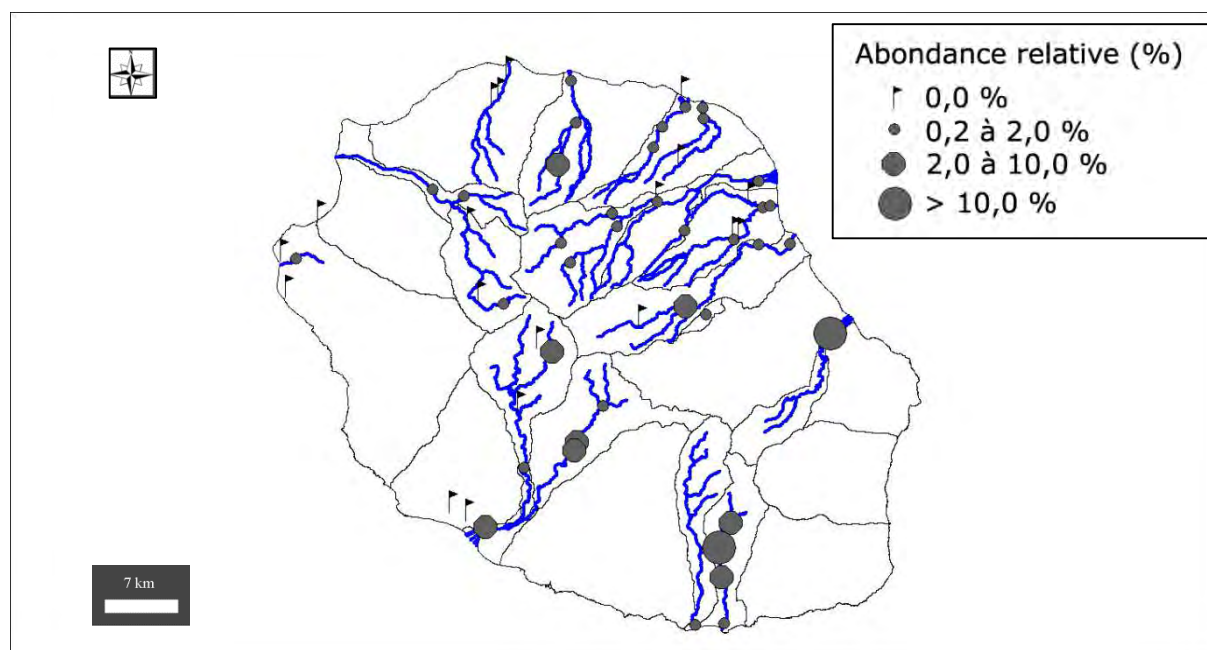
IndVal « Multipattern » : 19

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 0,68 (0,73). Taux de saturation en oxygène (%) : 102,9 (13,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,12 (0,10). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,09 (0,37). Phosphore total (mg(P)) : 0,07 (0,08). Calcium (mg(Ca)/L) : 9,83 (7,62). Chlorures (mg(Cl)/L) : 2,61 (1,91). Conductivité (µS/cm) : 126,1 (73,5). pH (unité pH) : 7,9 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 6,52 (12,19). Titre alcalimétrique complet (°f) : 5,51 (3,12).

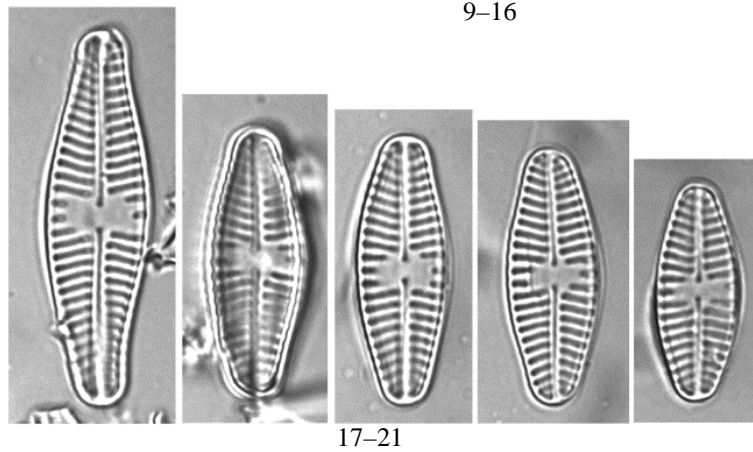
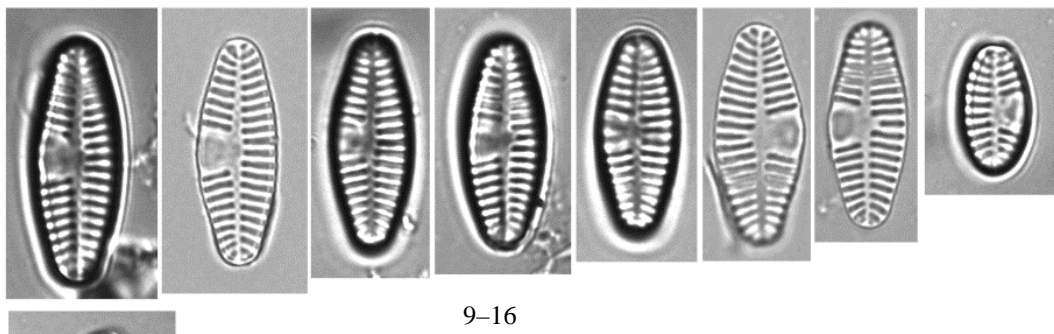
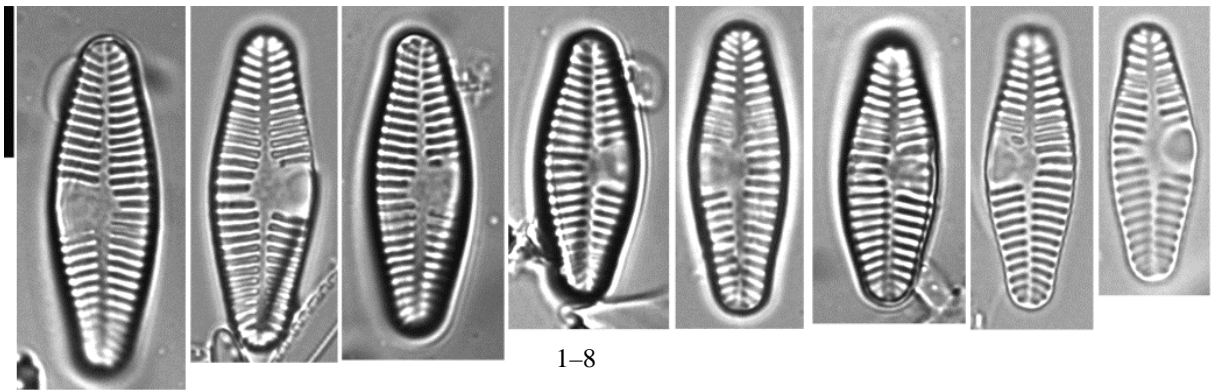
Distribution

Occurrence : 106. Abondance relative maximale (%) : 17,2.

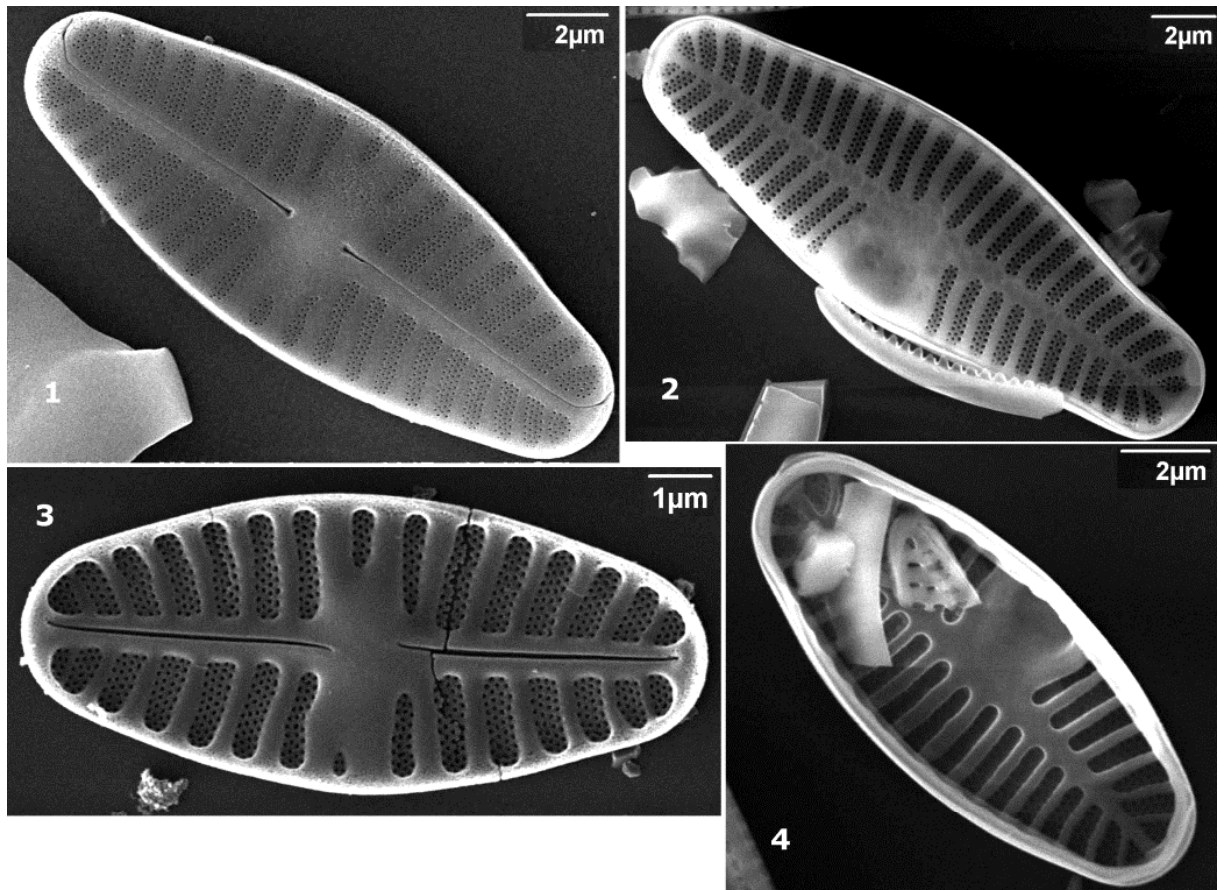
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,58.



Planches



Microscopie photonique. *Planothidium lanceolatum* 1-16 Vues valvaires, valves sans raphé.
17-21 vues valvaires, valves à raphé. 1-21 La Rivière de l'Est aval – Novembre 2009.



Microscopie électronique. *Planothidium lanceolatum* 1– Vue valvaire, valve à raphé, vue externe. 2– vue valvaire, valve sans raphé, vue externe. 3– vue valvaire, valve à raphé, vue interne. 4– vue valvaire, valve sans raphé, vue interne. 1, 3 *Le Bras de la Plaine à l'Îlet du Bras Sec (aval puits AEP) – Décembre 2008* ; 2, 4 *Le Bras de Sainte-Suzanne à Grand Bassin (600 m amont cascade) – Mai 2009.*

***Planothidium robustius* Lange–Bertalot 1999 [PRBU] ***

Basionyme : *Achnanthes lanceolata* var. *robusta* Hustedt 1937

Synonymes : *Achnanthes lanceolata* var. *robusta* Hustedt 1937, *Achnanthes lanceolata* subsp. *robusta* (Hustedt) Lange–Bertalot in Krammer & Lange–Bertalot in H. Ettl et al. 1991, *Achnantheiopsis robustior* Lange–Bertalot 1997, *Achnanthes lanceolata* subsp. *robusta* (Hustedt) Lange–Bertalot 1993

Morphométrie : longueur (µm) : 14,0–27,0 ; largeur (µm) : 8,0–11,0 ;
nombre de stries en 10 µm : 10–11.

Préférences écologiques

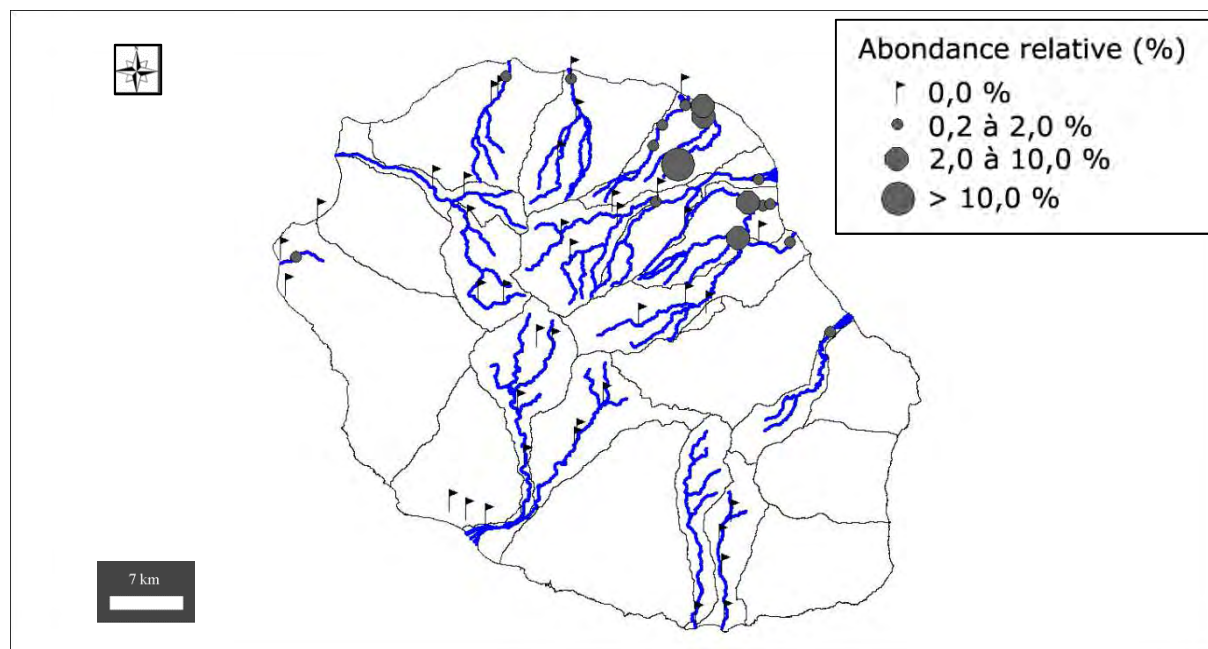
IndVal « Multipattern » : 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,03 (0,04). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,67 (0,89). Taux de saturation en oxygène (%) : 94,7 (12,1). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,03 (0,03). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,34 (0,72). Phosphore total (mg(P)) : 0,06 (0,06). Calcium (mg(Ca)/L) : 6,40 (3,28). Chlorures (mg(Cl)/L) : 7,60 (2,85). Conductivité (µS/cm) : 90,9 (43,7). pH (unité pH) : 7,4 (0,3). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,59 (0,74). Titre alcalimétrique complet (°f) : 3,33 (1,79).

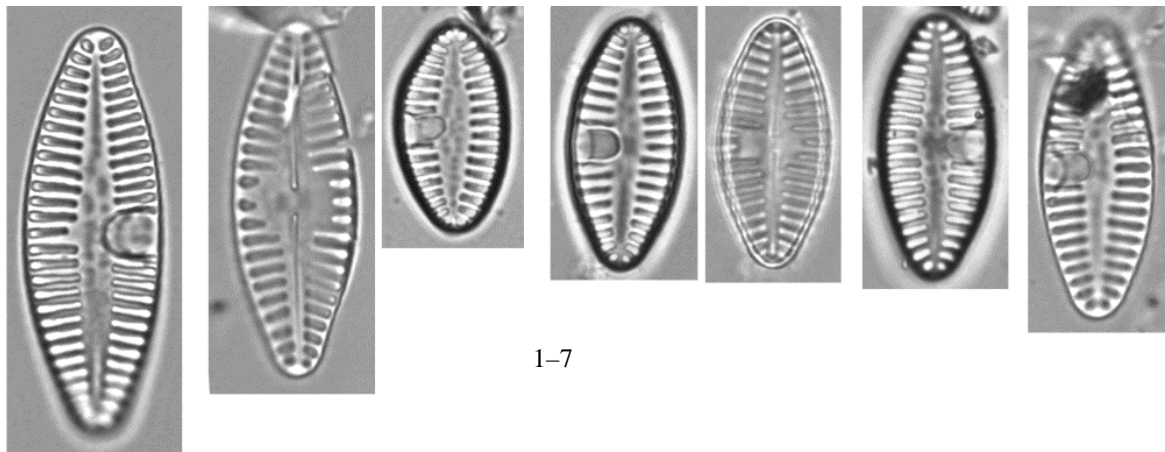
Distribution

Occurrence : 68. Abondance relative maximale (%) : 19,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,75.

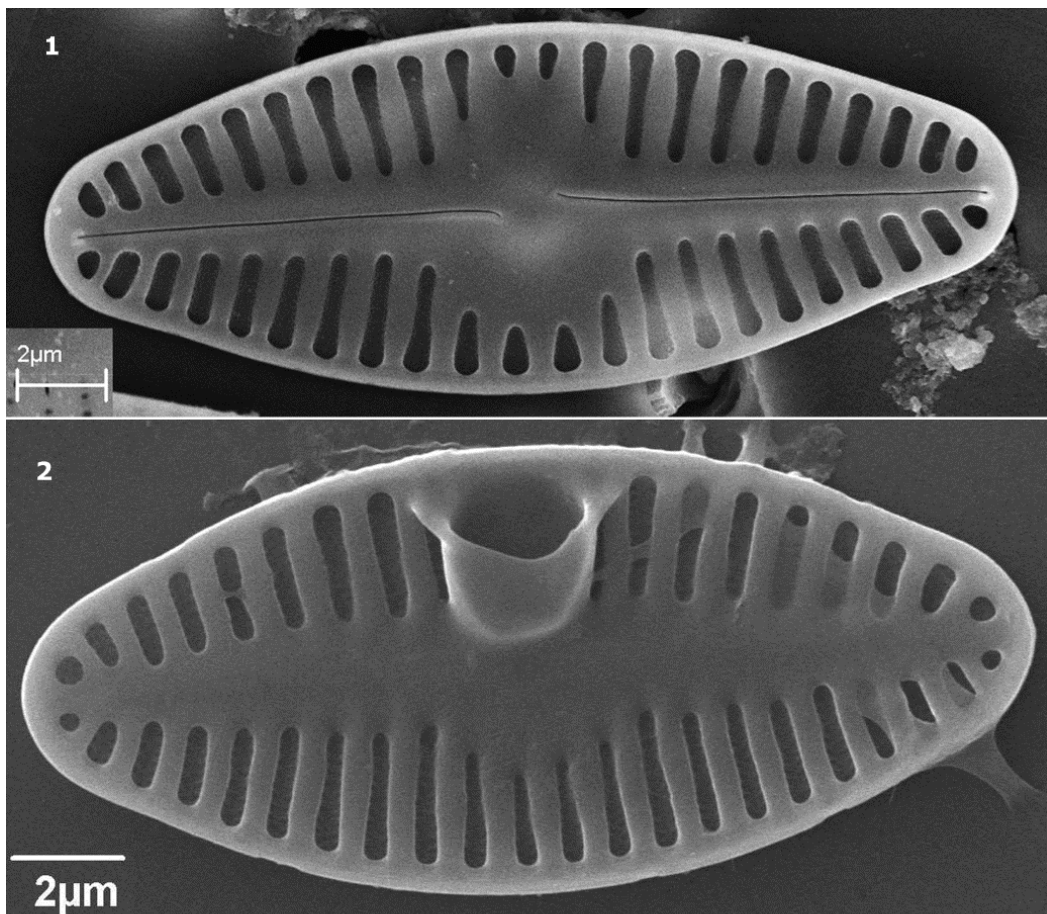


Planches



1-7

Microscopie photonique. *Planothidium robustius* 1, 3, 4, 6, 7 Vues valvaires, valves sans raphé. 2,5 Vues valvaires, valves à raphé. 1 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Novembre 2009, 2 La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français – Octobre 2009, 3 La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français – Mai 2009, 4-5 Le Bras Panon aux Avocats – Octobre 2009, 6 Le Bras Panon aux Avocats – Avril 2010, 7 La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara) – Octobre 2009.



Microscopie électronique. *Planothidium robustius* 1- Vue valvaire, valve à raphé, vue interne. 2- vue valvaire, valve sans raphé, vue interne. 1-2 La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français – Novembre 2008.

***Planothidium rostratum* forme 1 [PRS1] ***

Planothidium rostratum (Østrup) H. Lange–Bertalot 1999

Basionyme : *Achnanthes rostrata* Østrup 1902

Synonymes : *Achnanthes haynaldii* var. *borussica* Cleve–Euler 1953, *Achnanthes lanceolata* var. *rostrata* Schulz 1926, *Achnanthes rostrata* Østrup 1902, *Achnantheidium rostrata* ‘Østrup’ Mills 1933, *Microneis lanceolata* var. *rostrata* (Østrup) Schulz 1928, *Achnantheiopsis rostrata* (Østrup) Lange–Bertalot 1997, *Achnanthes lanceolata* f. *rostrata* (Østrup) Hustedt 1957, *Achnanthes lanceolata* subsp. *rostrata* (Østrup) Lange–Bertalot in Krammer & Lange–Bertalot in H. Ettl et al. 1991, *Planothidium rostratum* (Østrup) Round et Bukhtiyarova 1996, *Achnanthes lanceolata* var. *rostrata* (Østrup) Hustedt 1930, *Achnanthes lanceolata* subsp. *rostrata* (Østrup) Lange–Bertalot 1993.

Morphométrie : longueur (µm) : 10,2–19,3 ; largeur (µm) : 5,9–7,9 ;
nombre de stries en 10 µm : 10–14.

Préférences écologiques

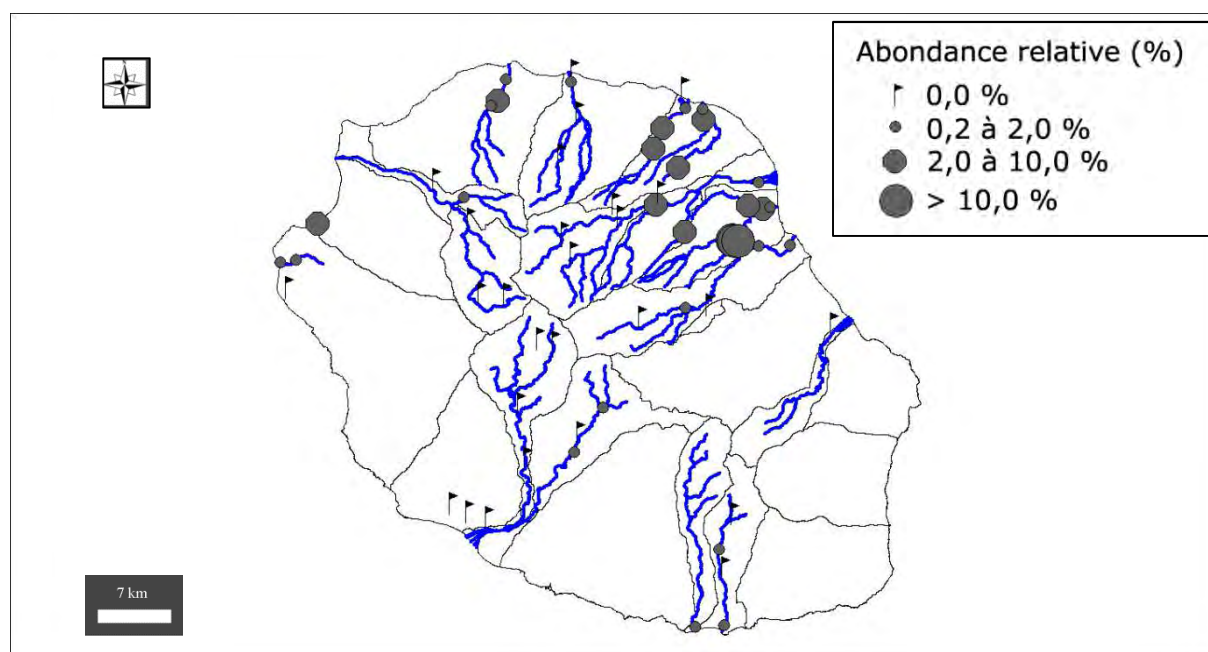
IndVal « Multipattern » : 8 + 12 + 16 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,02 (0,03). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,46 (1,10). Taux de saturation en oxygène (%) : 97,5 (9,5). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,04 (0,06). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,22 (0,52). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,04). Calcium (mg(Ca)/L) : 5,29 (3,39). Chlorures (mg(Cl)/L) : 5,59 (5,46). Conductivité (µS/cm) : 78,5 (57,1). pH (unité pH) : 7,7 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,52 (1,82). Titre alcalimétrique complet (°f) : 2,91 (1,72).

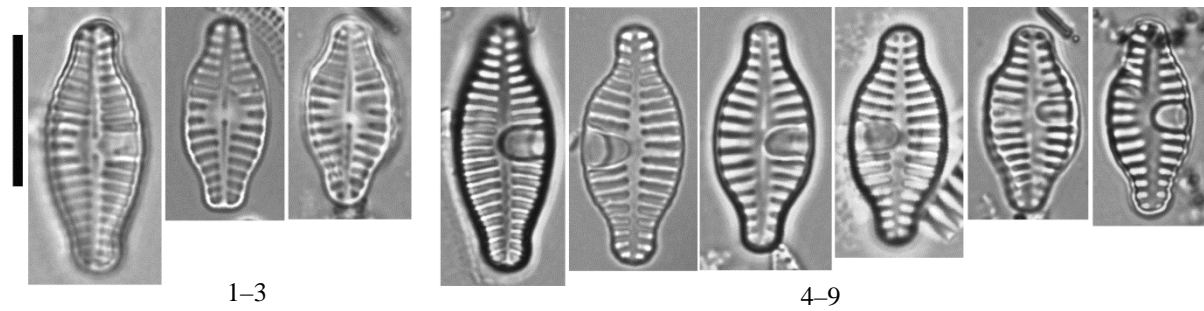
Distribution

Occurrence : 93. Abondance relative maximale (%) : 24,4.

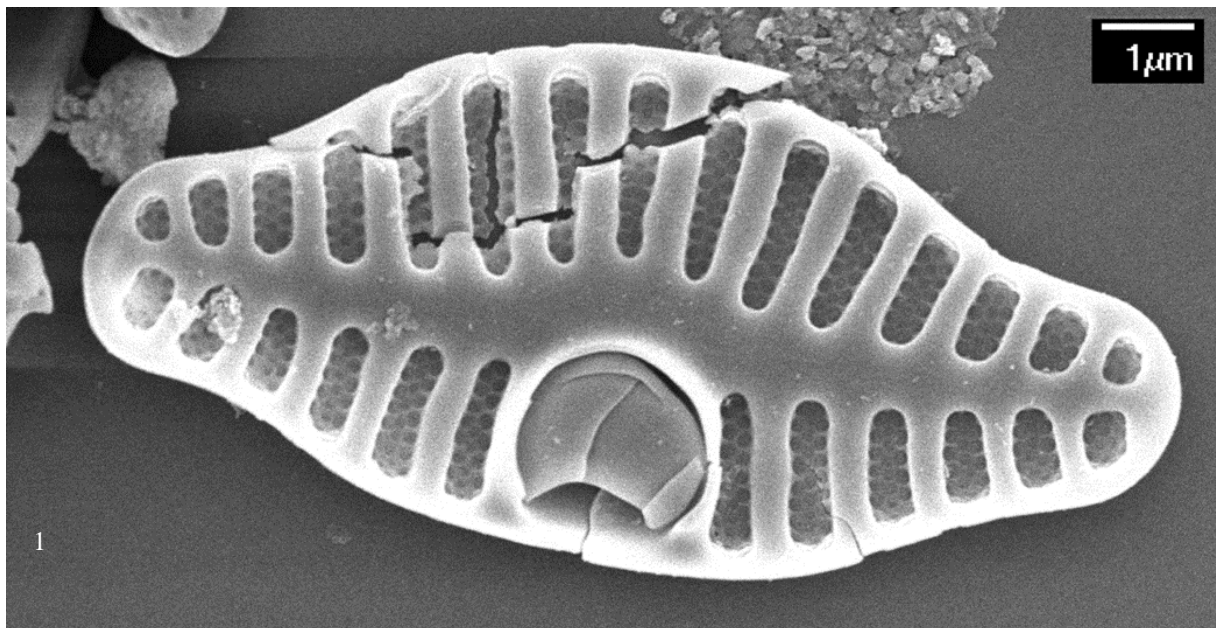
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,31.



Planches



Microscopie photonique. *Planothidium rostratum* forme 1 1-3 Vues valvaires, valves à raphé. 4-9 Vues valvaires, valves sans raphé. 1,4 Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Mai 2009, 2 Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Novembre 2008, 3 Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP) – Mai 2009, 5 La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français – Octobre 2009, 6 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Novembre 2009, 7 Le Bras Panon aux Avocats – Octobre 2009, 8 Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP) – Mai 2009, 9 La Rivière Saint-Denis à l'aplomb d'Ilet à Guillaume – Mai 2009.



Microscopie électronique. *Planothidium rostratum* forme 1 1– vue valvaire, valve sans raphé, vue interne. 1 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Novembre 2009.

Ordre **Naviculales** Bessey 1907 emend. Mann in Round *et al.* 1990

Sous-ordre **Neidinea** Mann in Round *et al.* 1990

Famille **Diadesmidaceae** Mann in Round *et al.* 1990

Genre *Diadesmis* Kützing 1844 [8]

Généritype : *Diadesmis confervacea* Kützing 1844

***Diadesmis confervacea* Kützing 1844 [DCOF] ***

Basionyme : *Navicula confervacea* (Kützing) Grunow in Van Heurck 1880

Synonyme : *Navicula confervacea* (Kützing) Grunow in Van Heurck 1880

Morphométrie : longueur (µm) : 9,0–28,0; largeur(µm) : 4,0–10,0;
nombre de stries en 10 µm : 15–26.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 8 + 11 + 21

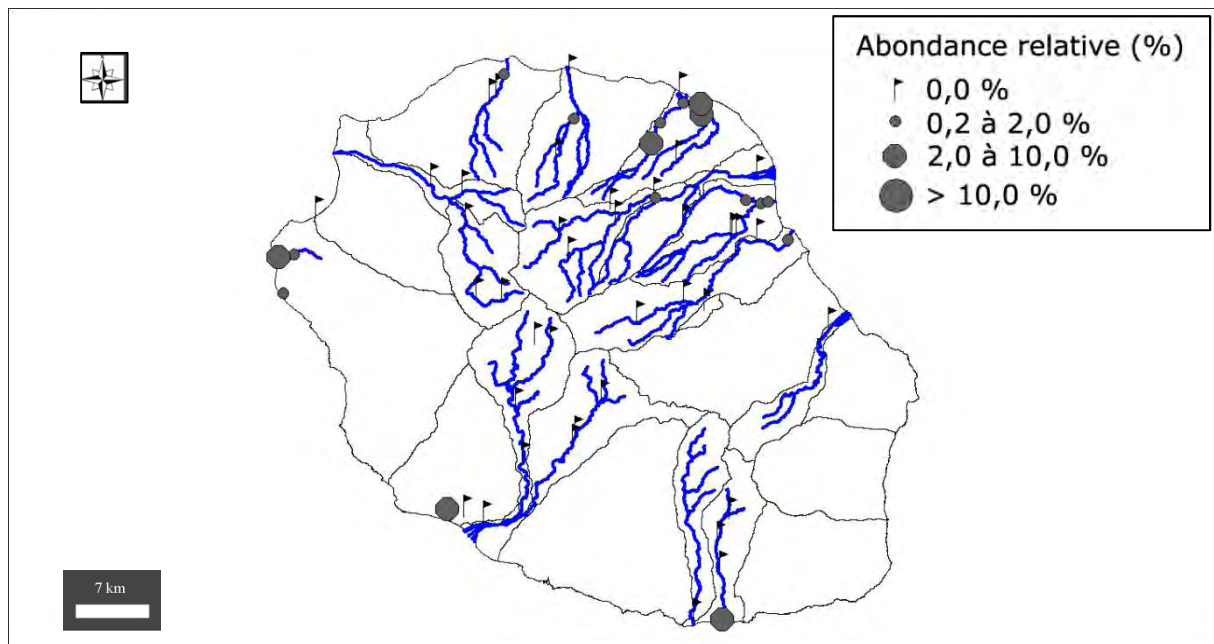
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,37 (1,27). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 5,24 (7,93). Taux de saturation en oxygène (%) : 78,8 (34,0). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,69 (1,25). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,56 (1,42). Phosphore total (mg(P)) : 0,29 (0,45). Calcium (mg(Ca)/L) : 14,87 (12,65). Chlorures (mg(Cl)/L) : 54,00 (96,68). Conductivité (µS/cm) : 400,5 (559,0). pH (unité pH) : 7,7 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 16,59 (27,95). Titre alcalimétrique complet (°f) : 13,54 (18,57).

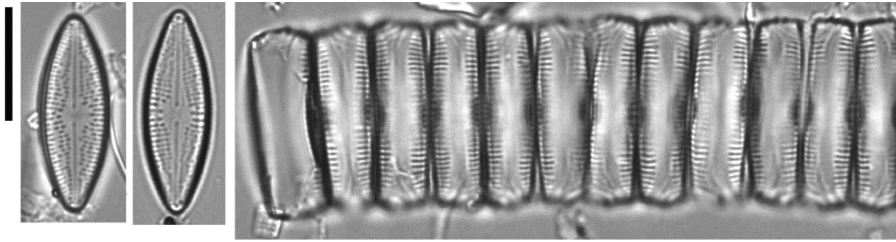
Distribution

Occurrence : 36. Abondance relative maximale (%) : 3,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,12.



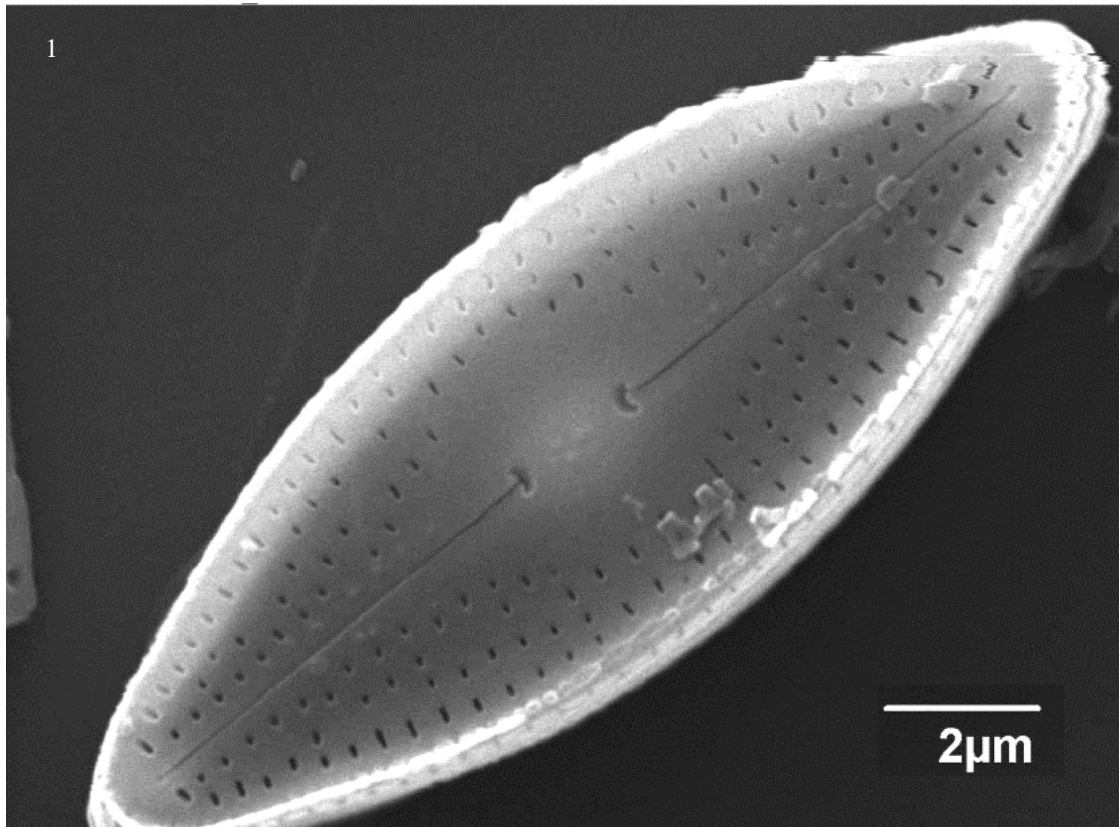
Planches



1-2

3

Microscopie photonique. *Diadesmis confervacea* 1-2 vues valvaires. 3 vues connectives.
1-3 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Mai 2009.



Microscopie électronique. *Diadesmis confervacea* 1 valve, vue externe. 1- La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Mai 2009.

***Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) Mann in Round, Crawford & Mann 1990 [DCOT] ***

Basionyme : *Navicula contenta* Grunow in Van Heurck 1885

Synonyme : *Navicula contenta* Grunow in Van Heurck 1885, *Schizonema contentum* (Grunow) Kuntze 1898

Morphométrie : longueur (μm) : 4,0–20,0 ; largeur (μm) : 2,0–5,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 25–40.

Préférences écologiques

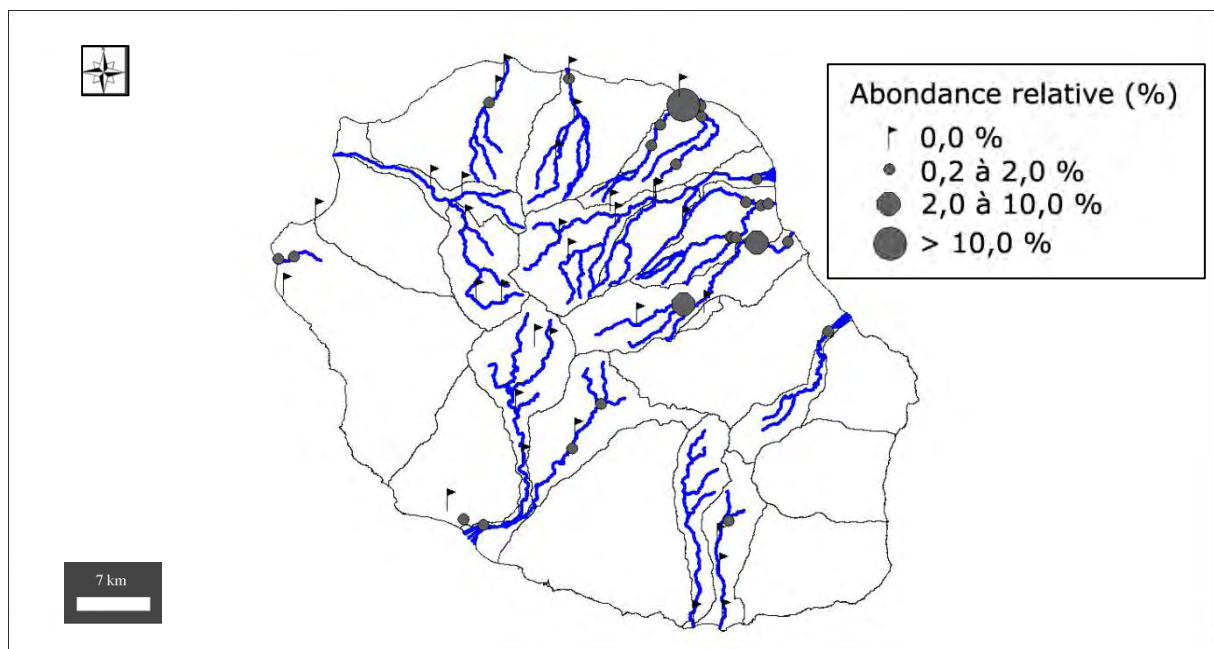
IndVal « Multipattern » : 8 + 19 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,03 (0,02). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,20 (0,51). Taux de saturation en oxygène (%) : 96,8 (9,3). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,03 (0,05). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,38 (0,58). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,03). Calcium (mg(Ca)/L) : 7,12 (4,03). Chlorures (mg(Cl)/L) : 6,67 (4,82). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 106,6 (84,3). pH (unité pH) : 7,5 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 2,10 (8,20). Titre alcalimétrique complet (°f) : 3,92 (1,74).

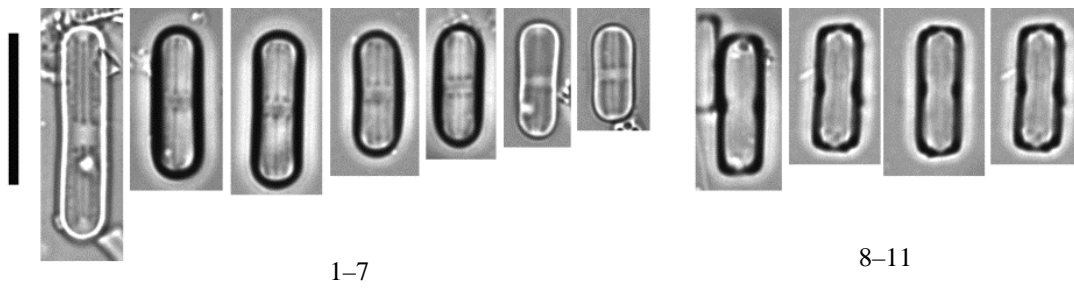
Distribution

Occurrence : 55. Abondance relative maximale (%) : 14,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,07.



Planche



Microscopie photonique. *Diadesmis contenta* 1-7 vues valvaires. 8-11 vues connectives. *I-11La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara) – Avril 2009.*

Générité : *Nupela giluwensis* Vyverman & Compère, 1991

***Nupela* sp. n°1 [NUP1] ***

Morphométrie : longueur (µm) : 9–11 ; largeur(µm) : 3,8–4,6.

Préférences écologiques

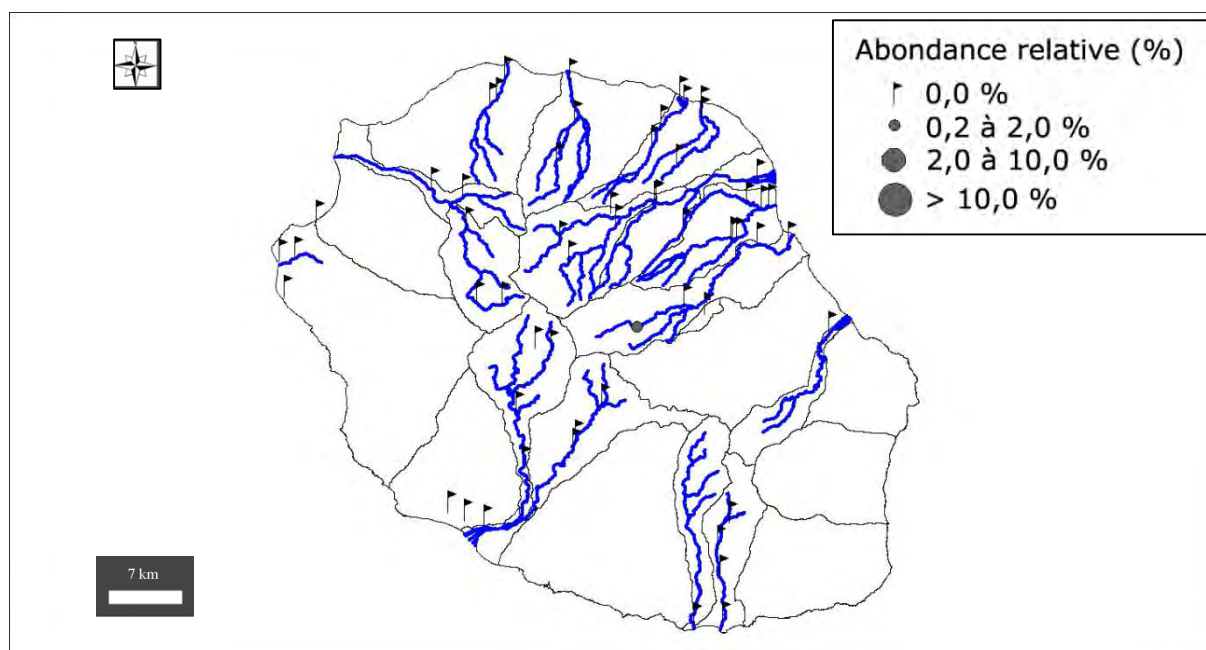
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 4,98 (0,52). Taux de saturation en oxygène (%) : 45,9 (35,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,45). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,25 (0,69). Phosphore total (mg(P)) : 0,23 (0,19). Calcium (mg(Ca)/L) : 0,25 (6,22). Chlorures (mg(Cl)/L) : 0,35 (45,47). Conductivité (µS/cm) : 5,9 (1,1). pH (unité pH) : 6,3 (0,2). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,30 (15,24). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,31 (0,02).

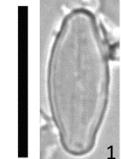
Distribution

Occurrence : 2. Abondance relative maximale (%) : 0,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,40.



Planche



Microscopie photonique. *Nupela* sp. n°1 1 vue valvaire. 1 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Avril 2010.

Famille **Brachysiraceae** Mann in Round *et al.* 1990

Genre ***Brachysira*** Kützing 1836 [3]

Généritype : *Brachysira aponina* Kützing 1836

***Brachysira brebissonii* Ross in Hartley 1986 [BBRE] ***

Basionyme : *Navicula brachysira* Brébisson in Rabenhorst 1853

Synonymes : *Anomoeoneis brachysira* (Brébisson in Rabenhorst) Cleve 1895, *Anomoeoneis serians* var. *brachysira* '(Brébisson in Rabenhorst) Cleve in Cleve & Möller' according to VanLandingham 1967, *Navicula brachysira* Brébisson in Rabenhorst 1853, *Navicula serians* var. *brachysira* (Brébisson in Rabenhorst) Cleve & Möller 1882, *Schizonema brachysirum* (Brébisson ex Rabenhorst) Kuntze 1898, *Anomoeoneis serians* var. *brachysira* (Brébisson in Rabenhorst) Hustedt 1930

Morphométrie : longueur (µm) : 10,0–25,0 ; largeur (µm) : 4,5–7,2 ;
nombre de stries en 10 µm : 24–27.

Préférences écologiques

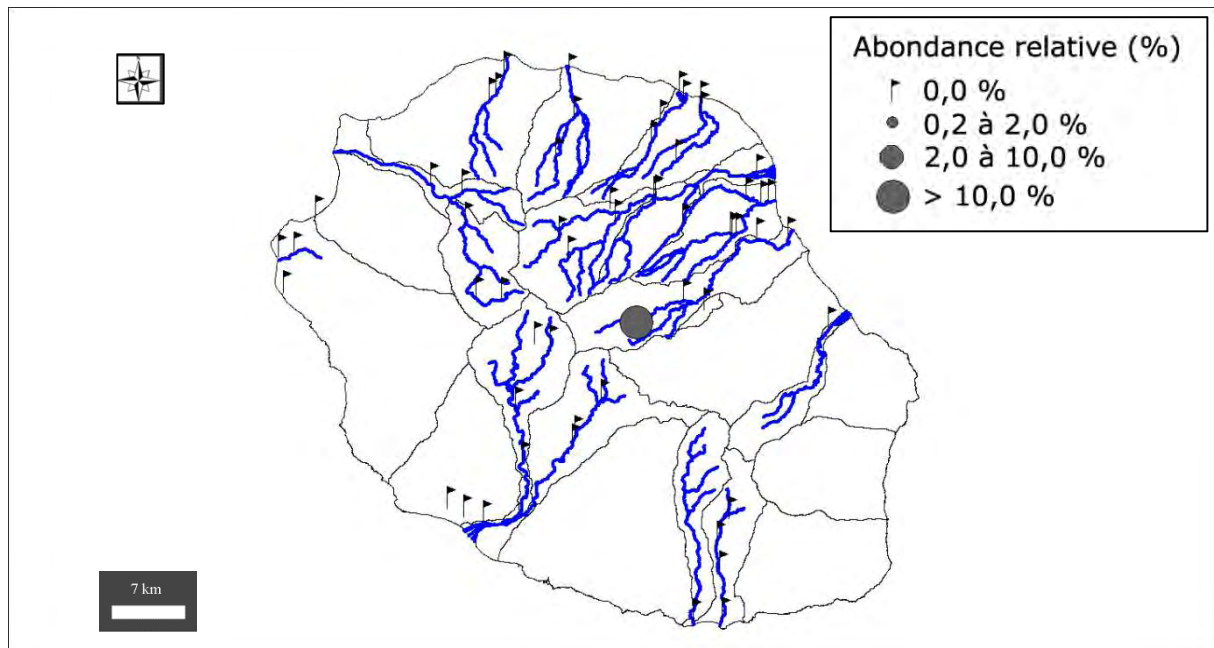
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 4,40 (0,96). Taux de saturation en oxygène (%) : 72,3 (30,2). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,45). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,87 (0,69). Phosphore total (mg(P)) : 0,11 (0,14). Calcium (mg(Ca)/L) : 0,25 (6,22). Chlorures (mg(Cl)/L) : 0,35 (45,47). Conductivité (µS/cm) : 7,3 (2,4). pH (unité pH) : 6,1 (0,6). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,30 (15,23). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,32 (0,03).

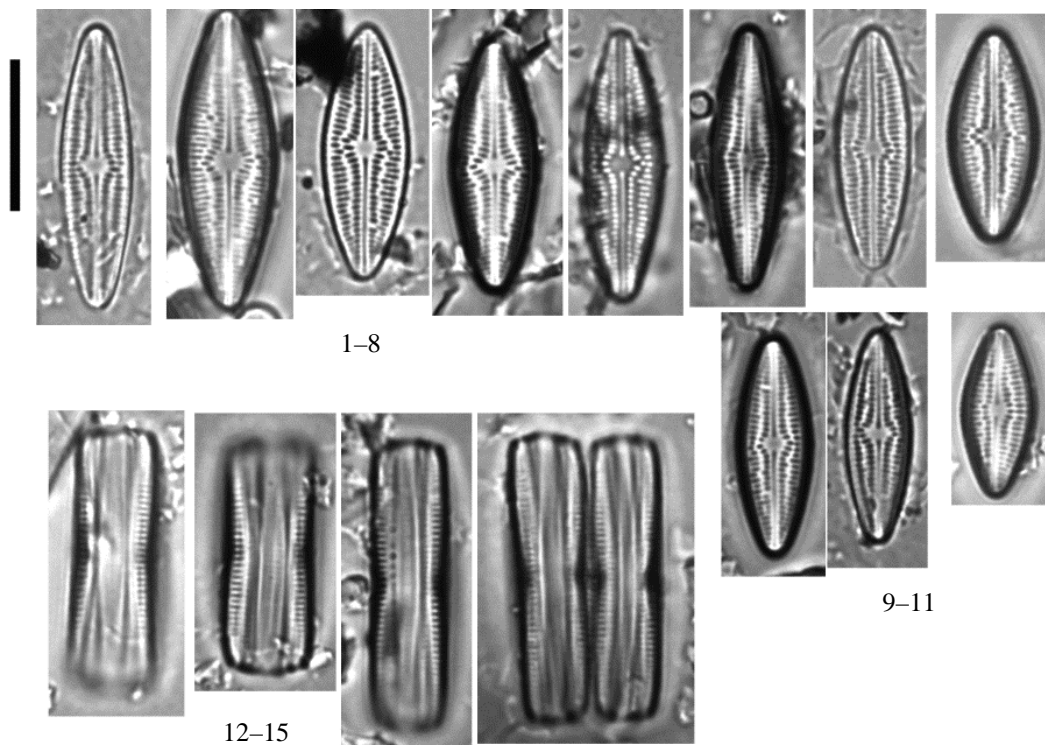
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 12,2.

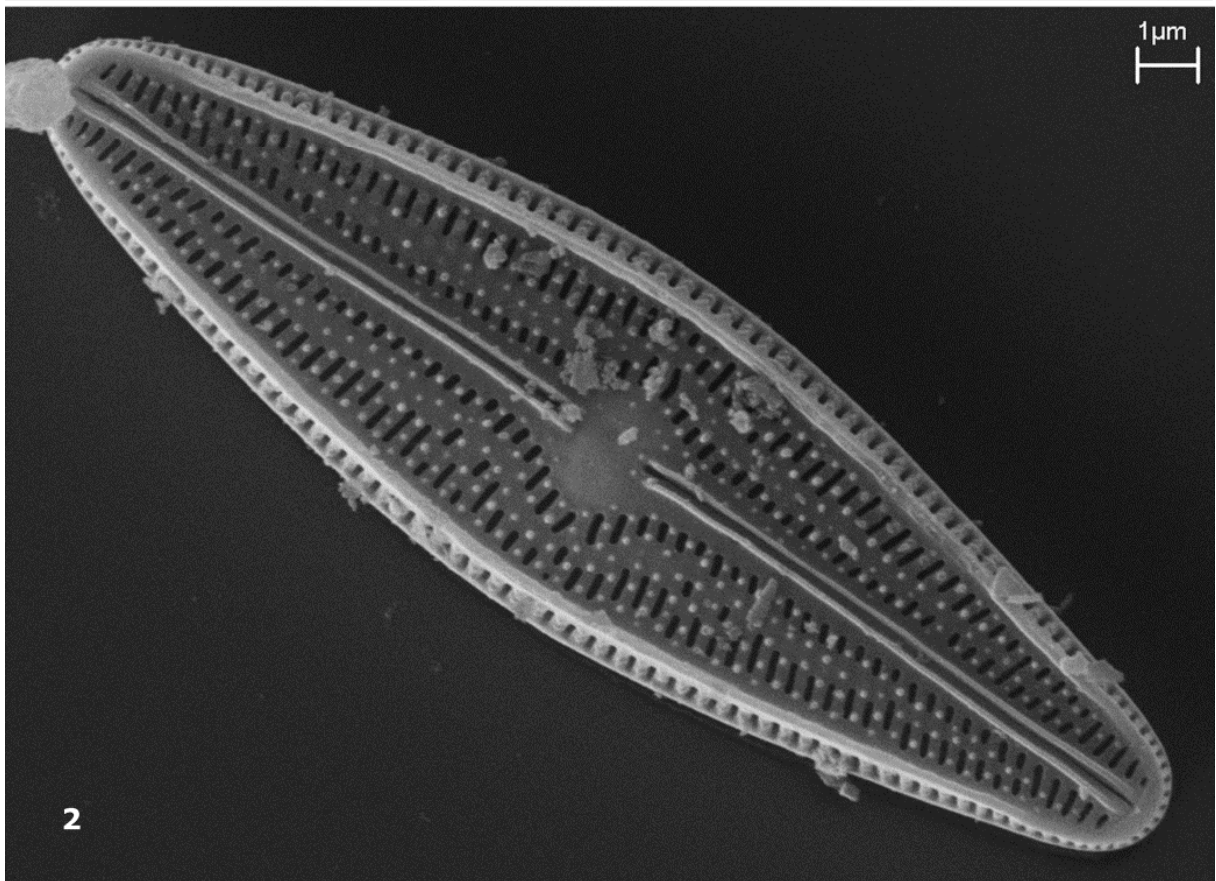
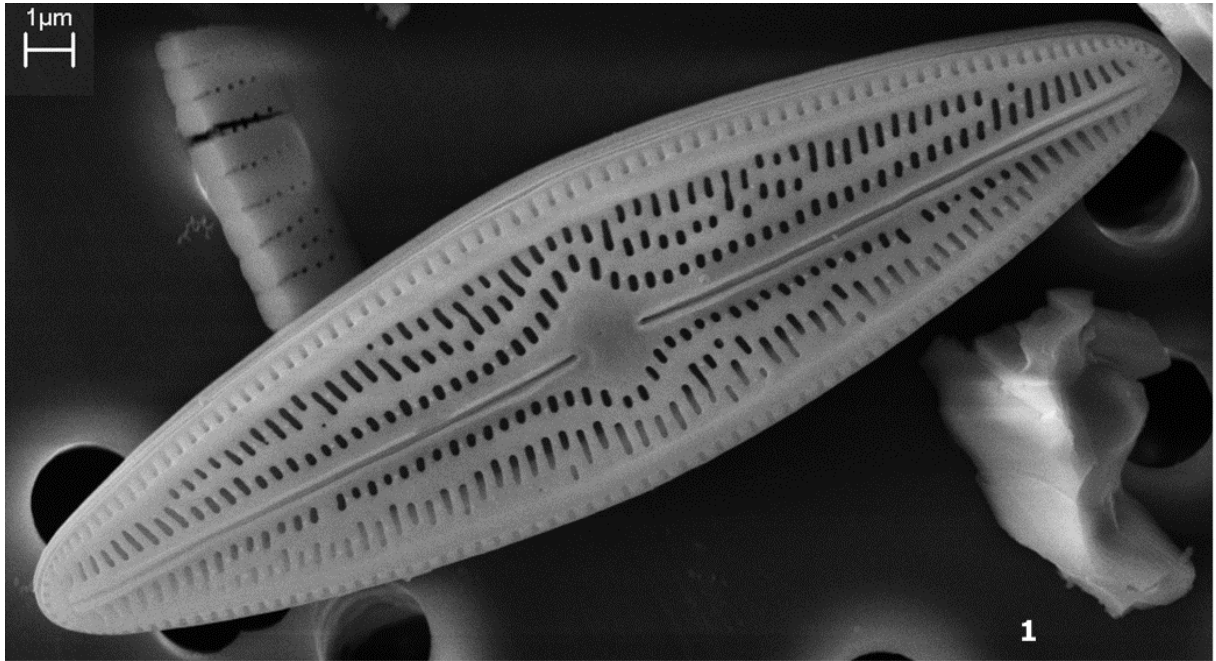
Moyenne des fréquences d'apparition : 5,47.



Planches



Microscopie photonique. *Brachysira brebissonii* 1-11 Vues valvaires. 12-15 Vues connectives. 1-11 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébou) – Avril 2010.



Microscopie électronique. *Brachysira brebissonii* 1– Vue valvaire, vue externe. 2 Vue valvaire, vue interne. 1–2 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Octobre 2009.

Famille **Amphipleuraceae** Grunow 1862

Genre *Frustulia* Agardh 1824 [8]

Généritype : *Frustulia saxonica* Rabenhorst 1848–1860

***Frustulia crassinervia* (Brébisson) Lange–Bertalot et Krammer in Lange–Bertalot & Metzeltin 1996 [FCRS] ***

Basionyme : *Navicula crassinervia* Brébisson in W. Smith 1853

Synonymes : *Frustulia rhomboides* var. *crassinervia* (Brébisson in W. Smith) Ross 1947, *Navicula crassinervia* Brébisson in W. Smith 1853, *Navicula rhomboides* var. *crassinervia* (Brébisson in W. Smith) Grunow in Van Heurck 1880

Morphométrie : longueur (µm) : 65,4–87,5 ; largeur (µm) : 10,2–14,1.

Préférences écologiques

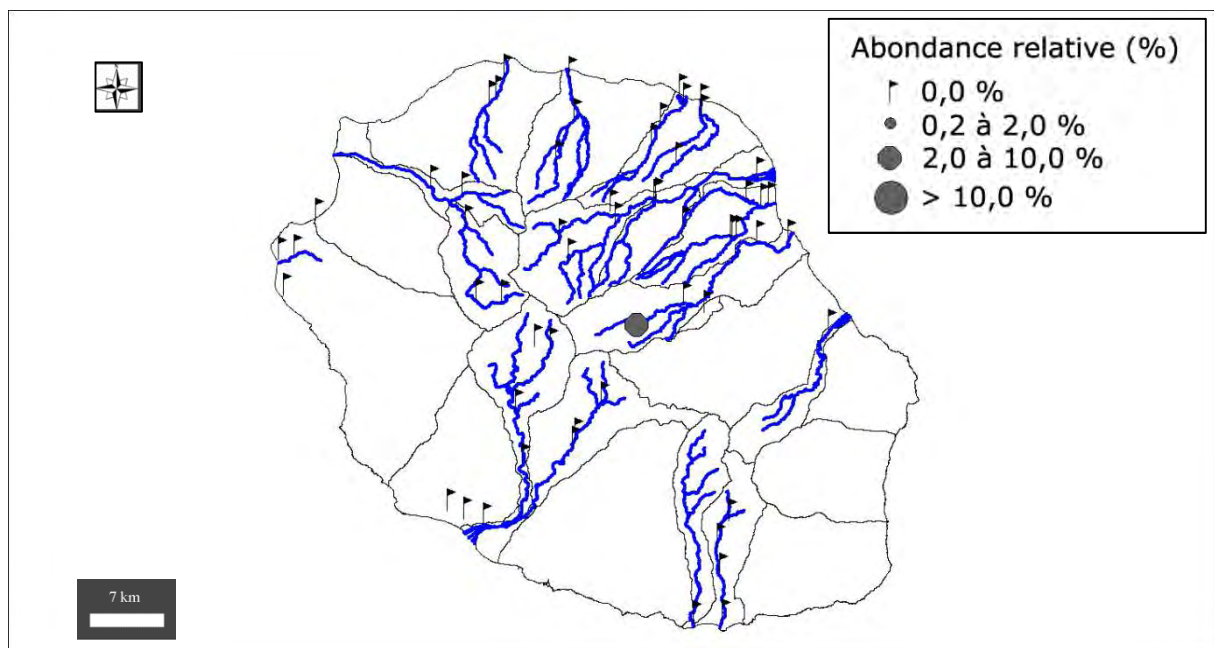
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 4,15 (1,10). Taux de saturation en oxygène (%) : 71,1 (34,2). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,01). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,93 (0,83). Phosphore total (mg(P)) : 0,11 (0,16). Calcium (mg(Ca)/L) : 0,25 (6,22). Chlorures (mg(Cl)/L) : 0,35 (45,47). Conductivité (µS/cm) : 7,7 (3,3). pH (unité pH) : 5,8 (0,6). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,30 (15,23). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,33 (0,05).

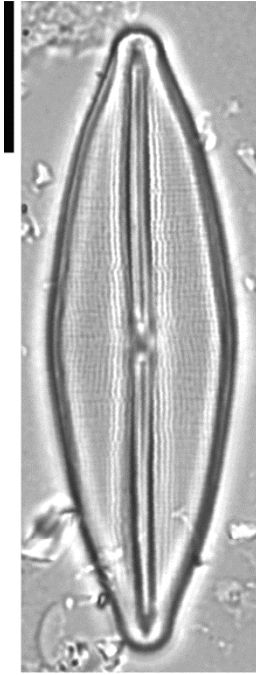
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 4,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,85.



Planche



1

Microscopie photonique. *Frustulia crassinervia* 1 Vue valvaire. 1 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Avril 2009.

***Frustulia* sp. n°1 [FRU1] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 35,0–36,0 ; largeur (μm) : 11,0–12,0.

Préférences écologiques

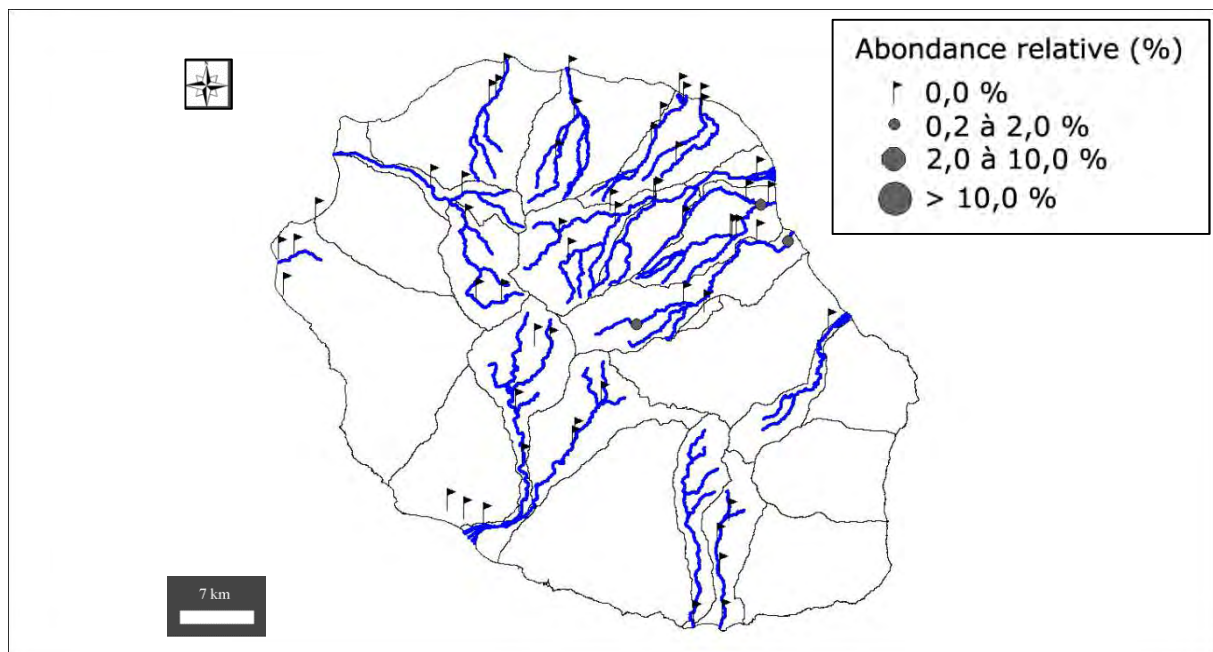
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 3,66 (2,31). Taux de saturation en oxygène (%) : 59,1 (32,2). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,59 (0,74). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,17 (0,16). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 2,06 (3,14). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 1,88 (3,15). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 32,9 (47,3). pH (unité pH) : 6,8 (0,9). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,53 (0,40). Titre alcalimétrique complet (°f) : 1,34 (1,79).

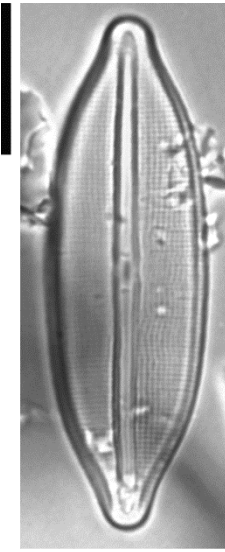
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 0,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,30.



Planche



1

Microscopie photonique. *Frustulia sp. n°1* 1 Vue valvaire. 1 *La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Avril 2010.*

***Frustulia* sp. n°4 [FRU4] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 67,0–97,2 ; largeur (μm) : 8,4–10,1.

Préférences écologiques

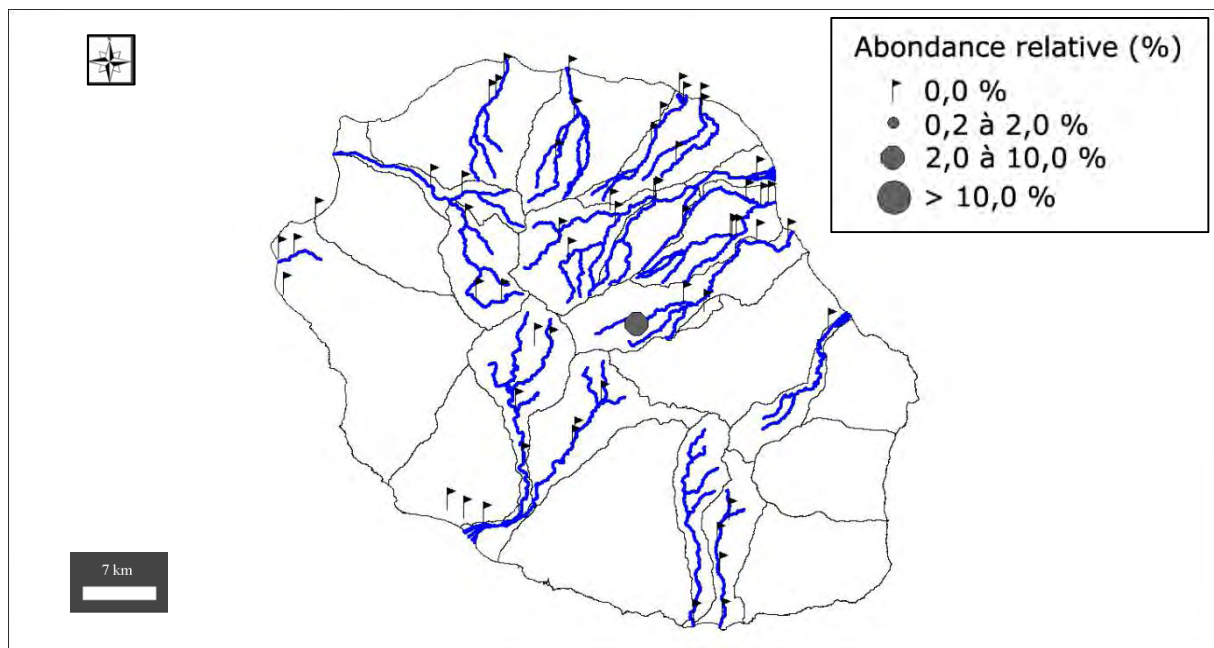
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 3,82 (1,27). Taux de saturation en oxygène (%) : 82,3 (19,0). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,02). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,19 (0,32). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,04 (0,02). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 0,25 (6,22). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 0,35 (45,47). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 10,4 (4,1). pH (unité pH) : 5,7 (0,6). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,30 (15,23). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,36 (0,07).

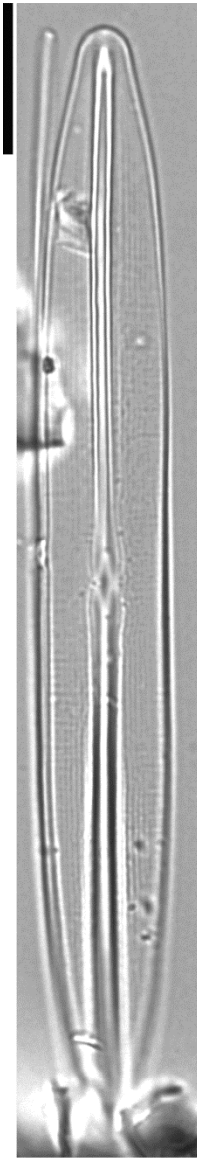
Distribution

Occurrence : 3. Abondance relative maximale (%) : 2,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,40.



Planche



1

Microscopie photonique. *Frustulia sp. n°4* 1 Vue valvaire. 1 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Novembre 2008.

***Frustulia* sp. n°6 [FRU6] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 57,9–81,2 ; largeur (μm) : 8,3–9,5.

Préférences écologiques

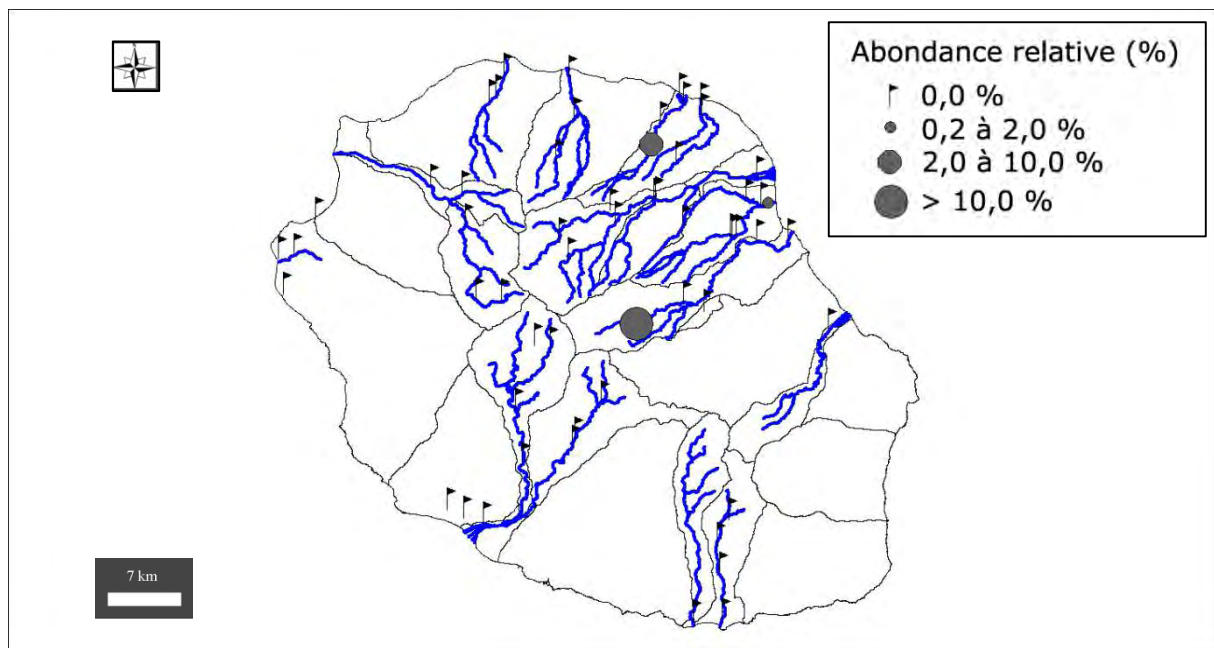
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 4,66 (2,29). Taux de saturation en oxygène (%) : 43,0 (41,4). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,45). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,09 (0,44). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,25 (0,19). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 0,71 (2,24). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 0,88 (2,56). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 11,6 (29,5). pH (unité pH) : 6,5 (1,1). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,39 (0,44). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,53 (1,09).

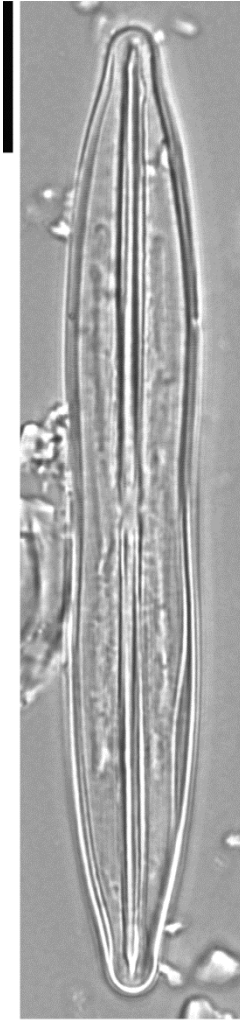
Distribution

Occurrence : 5. Abondance relative maximale (%) : 15,4.

Moyenne des fréquences d'apparition : 3,68.



Planche



1

Microscopie photonique. *Frustulia sp. n°6* 1 Vue valvaire. 1 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Avril 2009.

Sous-ordre **Sellaphorineae** Mann in Round *et al.* 1990

Famille **Sellaphoraceae** Mereschkowsky 1902

Genre ***Adlafia*** Moser, Lange-Bertalot et Metzeltin 1998 [2]

Généritype : *Adlafia muscora* (Kociolek & Reviere) Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin 1998

***Adlafia muscora* (Kociolek & Reviere) Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin 1998 [AMUS] ***

Basionyme : *Navicula muscora* Kociolek & Reviere 1996

Synonymes : *Navicula bryophiloides* Manguin 1962, *Navicula muscora* Kociolek & Reviere 1996

Morphométrie : longueur (μm) : 9,0–15,0 ; largeur (μm) : 3,0–4,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 34–40.

Préférences écologiques

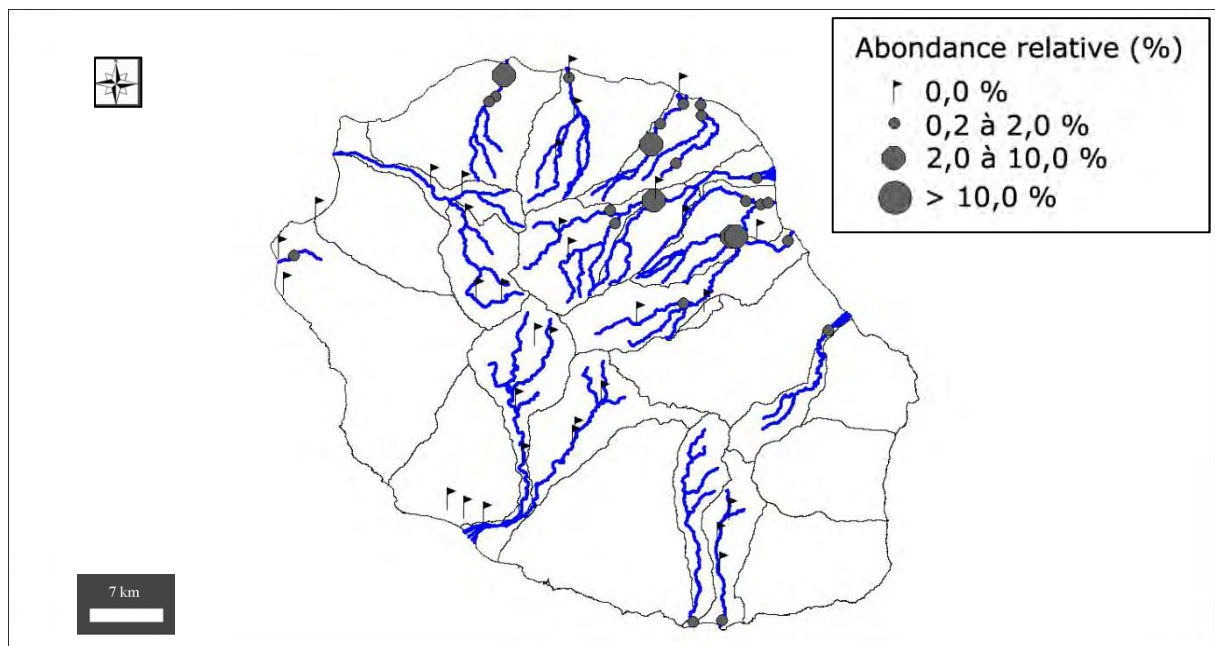
IndVal « Multipattern » : 8 + 16 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,80 (1,52). Taux de saturation en oxygène (%) : 96,6 (10,8). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,04 (0,05). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,14 (0,45). Phosphore total (mg(P)) : 0,06 (0,07). Calcium (mg(Ca)/L) : 5,81 (3,24). Chlorures (mg(Cl)/L) : 4,78 (2,23). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 81,3 (35,6). pH (unité pH) : 7,8 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,36 (1,49). Titre alcalimétrique complet (°f) : 3,36 (1,78).

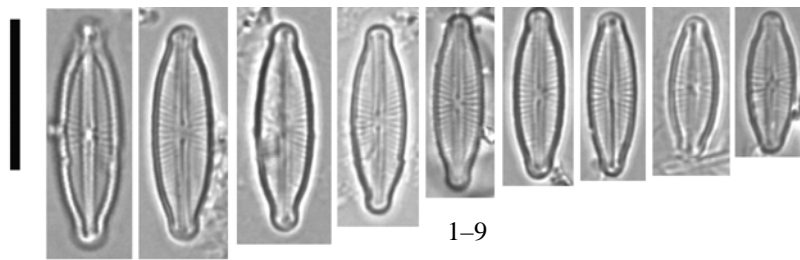
Distribution

Occurrence : 69. Abondance relative maximale (%) : 4,2.

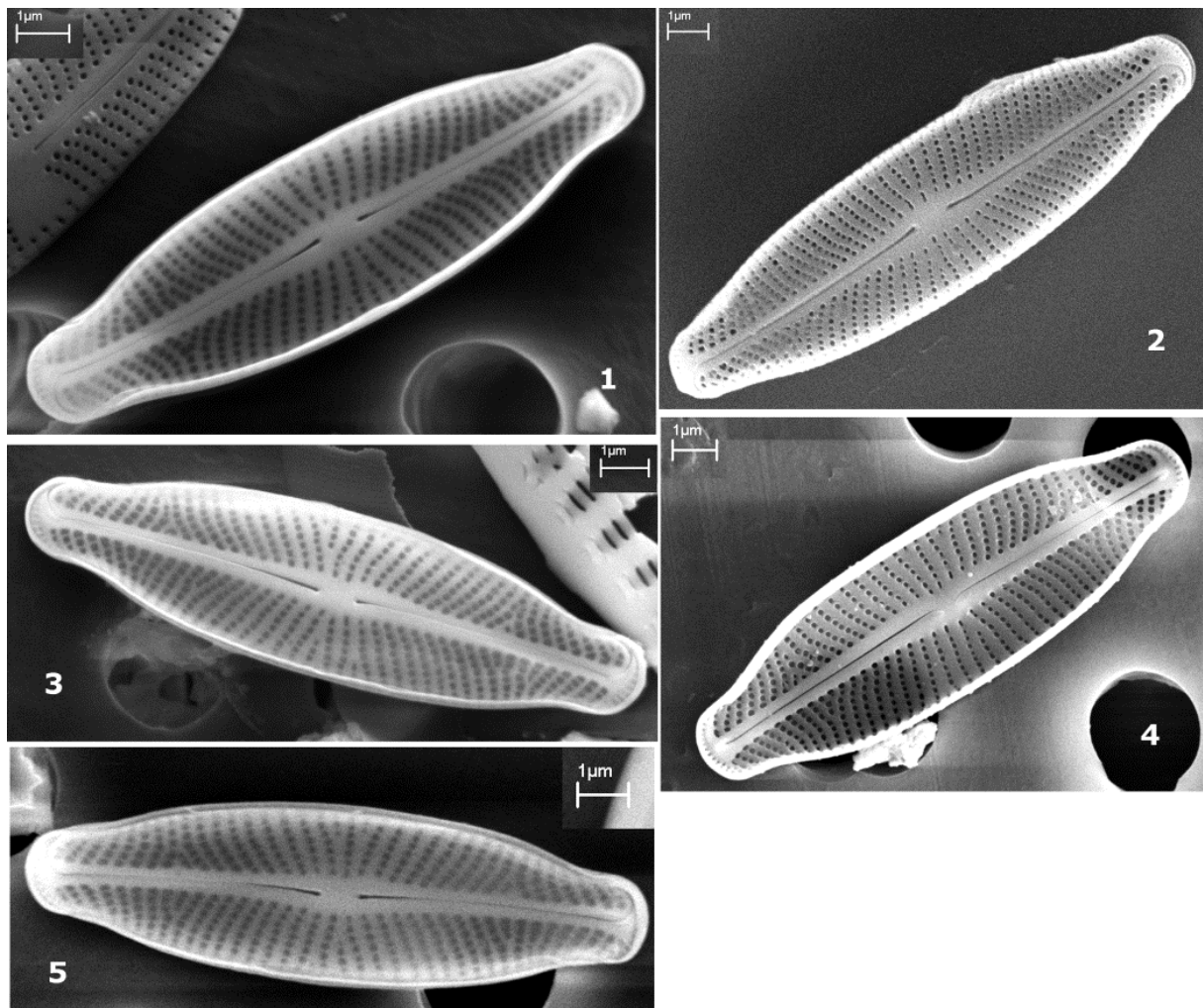
Moyenne des fréquences d'apparition : 0,83.



Planches



Microscopie photonique. *Adlafia muscora* 1-9 Vues valvaires. 1-9 La Rivière Sainte-Suzanne au Bassin Grondin – Octobre 2009



Microscopie électronique. *Adlafia muscora* 1-3, 5 Vues valvaires, vues externes. 4- vue valvaire, vue interne. 1, 3-5 La Rivière Sainte-Suzanne au Bassin Grondin – Mai 2009 ; 2 La Rivière Langevin à Langevin (bassin Tamarin) – Avril 2009.

Genre *Chamaepinnularia* Lange–Bertalot & Krammer 1996 [5]

Généritype : *Chamaepinnularia vyvermanii* Lange–Bertalot & Krammer in Lange–Bertalot & Metzeltin 1996

Chamaepinnularia sp. n°1 [CHS1] *

Morphométrie : longueur (µm) : 12,9–16,3 ; largeur (µm) : 3,6–4,7 ;
nombre de stries en 10 µm : 20–26.

Préférences écologiques

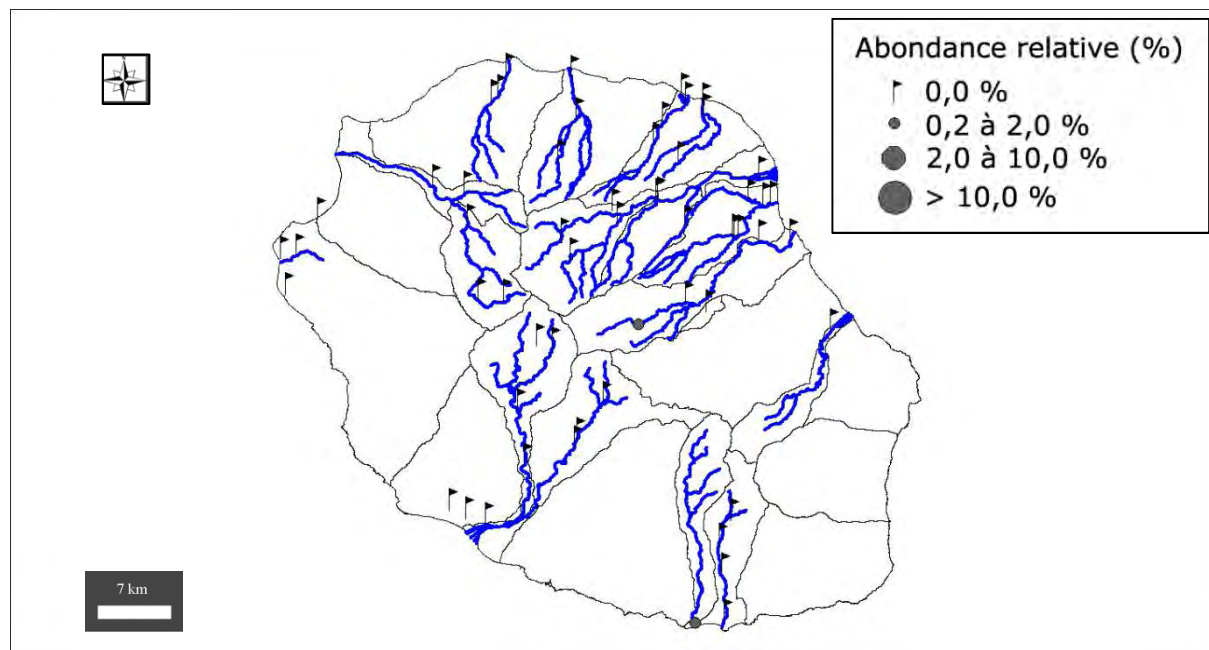
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 4,06 (1,26). Taux de saturation en oxygène (%) : 71,1 (27,2). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,03 (0,05). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,82 (0,64). Phosphore total (mg(P)) : 0,11 (0,13). Calcium (mg(Ca)/L) : 0,71 (2,20). Chlorures (mg(Cl)/L) : 0,47 (0,60). Conductivité (µS/cm) : 12,2 (22,5). pH (unité pH) : 6,2 (0,7). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,40 (0,48). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,49 (0,63).

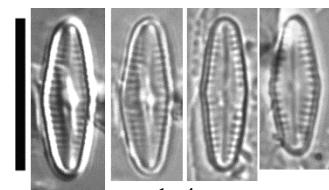
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 1,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,63.



Planche



1–4

Microscopie photonique. *Chamaepinnularia* sp. n°1 1–4 Vues valvaires. 1–4 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Avril 2009.

Genre *Eolimna* Lange–Bertalot et Schiller 1997 [7]

Généritype : *Eolimna martinii* Schiller & Lange–Bertalot in W. Schiller & H. Lange-Bertalot 1997

***Eolimna minima* (Grunow in Van Heurck) Lange–Bertalot in Moser, Lange–Bertalot & Metzeltin 1998 [EOMI] ***

Basionyme : *Navicula minima* Grunow in Van Heurck 1880

Synonymes : *Navicula minima* Grunow in Van Heurck 1880, *Schizonema minimum* (Grunow) Kuntze 1898

Morphométrie : longueur (µm) : 5,0–15,0 ; largeur (µm) : 2,0–4,5 ;
nombre de stries en 10 µm : 25–30.

Préférences écologiques

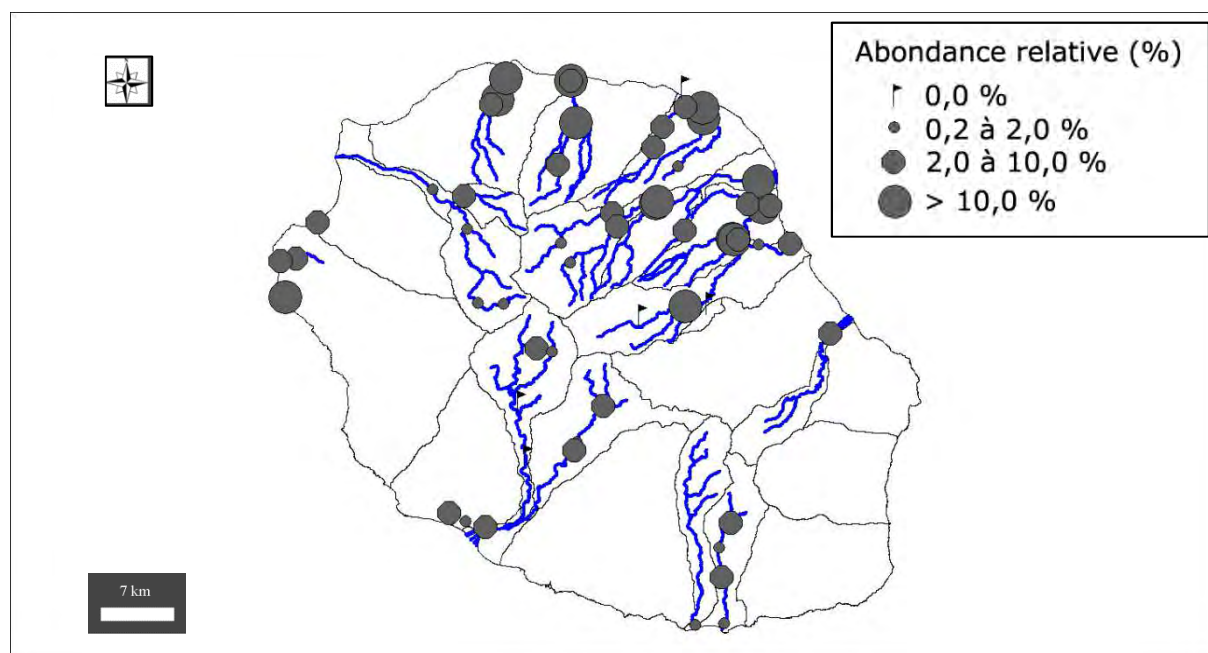
IndVal « Multipattern » : 5 + 7 + 8 + 11 + 12 + 16 + 19 + 20 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,17 (1,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,63 (1,74). Taux de saturation en oxygène (%) : 94,5 (16,4). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,15 (0,64). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,20 (0,97). Phosphore total (mg(P)) : 0,10 (0,25). Calcium (mg(Ca)/L) : 9,68 (6,45). Chlorures (mg(Cl)/L) : 13,21 (52,37). Conductivité (µS/cm) : 156,7 (247,0). pH (unité pH) : 8,1 (0,8). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 4,28 (11,43). Titre alcalimétrique complet (°f) : 5,47 (3,94).

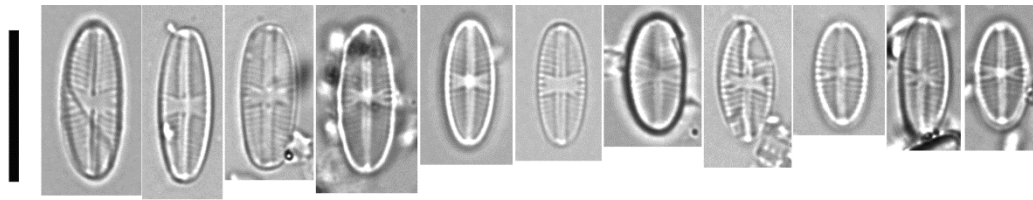
Distribution

Occurrence : 223. Abondance relative maximale (%) : 42,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 4,44.

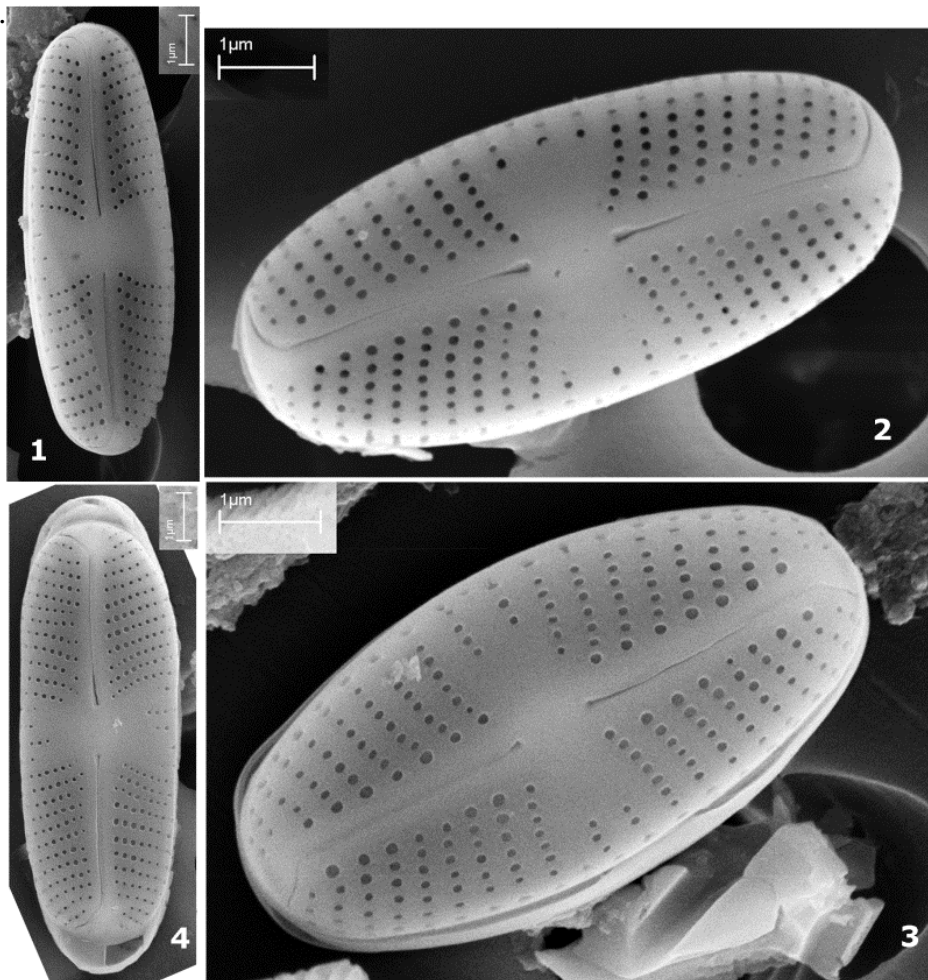


Planches



1-11

Microscopie photonique. *Eolimna minima* 1-11- Vues valvaires. 1-11 Le Bras Panon aux Avocats - Avril 2010.



Microscopie électronique. *Eolimna minima* 1-4 Vues valvaires, vues externes. 1-4 La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San - Avril 2009.

***Eolimna ruttneri* (Hustedt) Lange–Bertalot & Monnier in Monnier *et al* [EORU] ***

Basionyme : *Navicula ruttneri* Hustedt 1937

Synonymes : *Navicula ruttneri* Hustedt 1937, *Eolimna ruttneri* (Hustedt) Metzeltin & Lange–Bertalot 2007

Morphométrie : longueur (µm) : 5,1–14,8 ; largeur (µm) : 2,4–3,3 ;
nombre de stries en 10 µm : 38–40.

Préférences écologiques

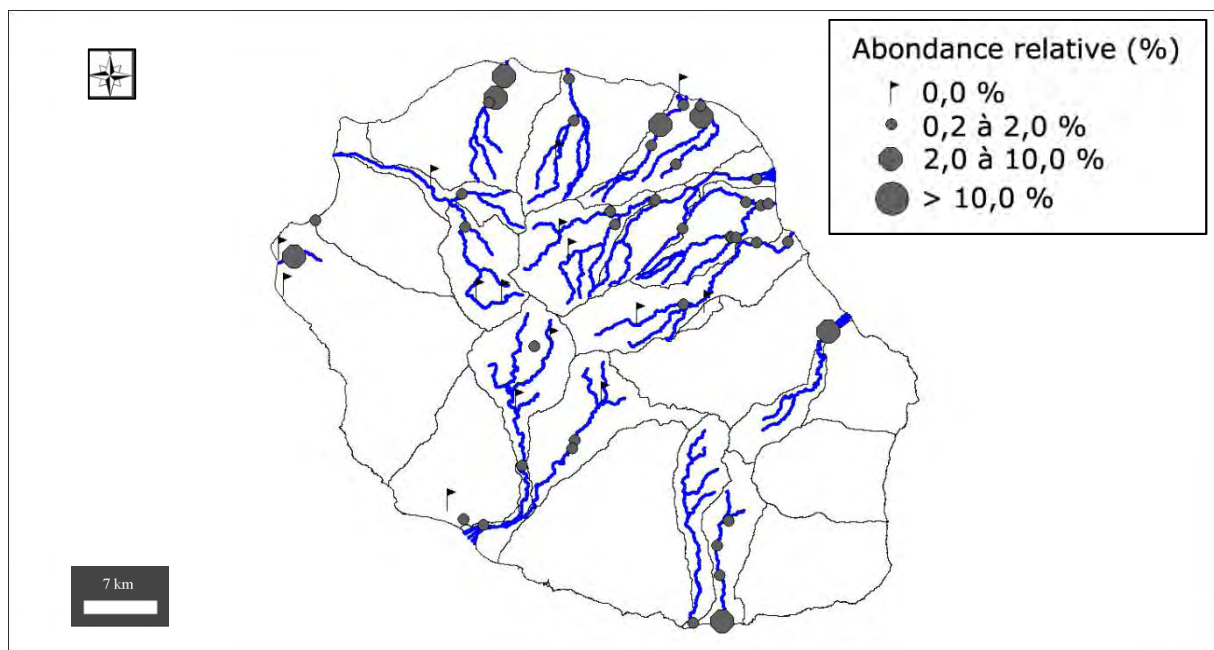
IndVal « Multipattern » : 7 + 8 +12 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,02 (0,05). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,61 (1,76). Taux de saturation en oxygène (%) : 97,1 (11,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,09 (0,23). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,01 (0,47). Phosphore total (mg(P)) : 0,07 (0,09). Calcium (mg(Ca)/L) : 8,93 (3,98). Chlorures (mg(Cl)/L) : 5,05 (4,98). Conductivité (µS/cm) : 121,4 (75,3). pH (unité pH) : 8,1 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 2,53 (6,51). Titre alcalimétrique complet (°f) : 5,13 (1,81).

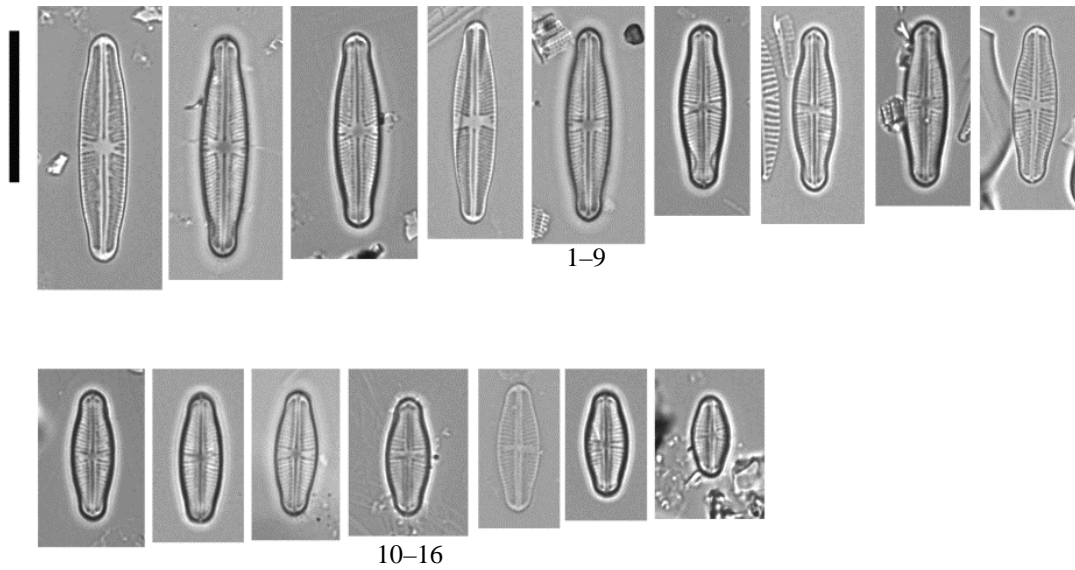
Distribution

Occurrence : 124. Abondance relative maximale (%) : 7,8.

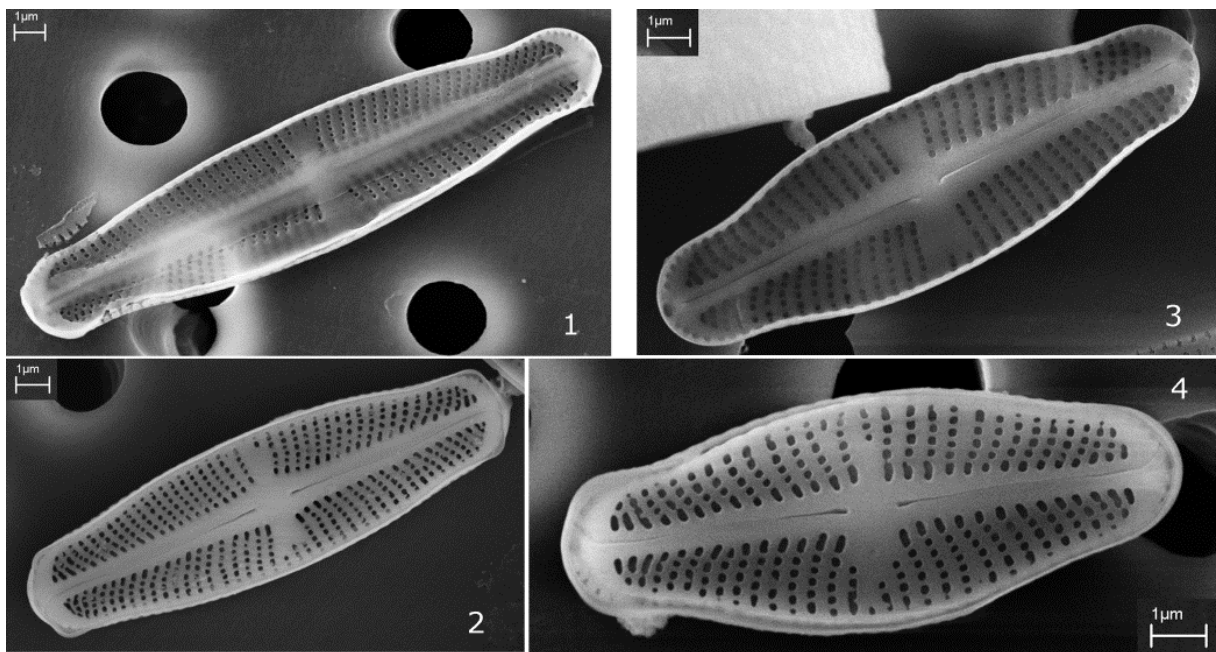
Moyenne des fréquences d'apparition : 0,99.



Planches



Microscopie photonique. *Eolimna ruttneri* 1–16 Vues valvaires. 1–16 La Ravine Saint Gilles au captage du verrou – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Eolimna ruttneri* 1, 3 vues internes, valve. 2, 4 vues externes, valve. 1–4 La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San – Avril 2009.

Genre *Fallacia* Stickle et Mann 1990 [5]

Généritype : *Fallacia pygmaea* (Kützing) Stickle & Mann in Round, Crawford & Mann 1990

***Fallacia meridionalis* Metzeltin, Lange–Bertalot & García–Rodríguez 2005 [FMER]**

Morphométrie : longueur (μm) : 9,2–12,1 ; largeur (μm) : 4,1–4,7 ;
nombre de stries en 10 μm : 20–22.

Préférences écologiques

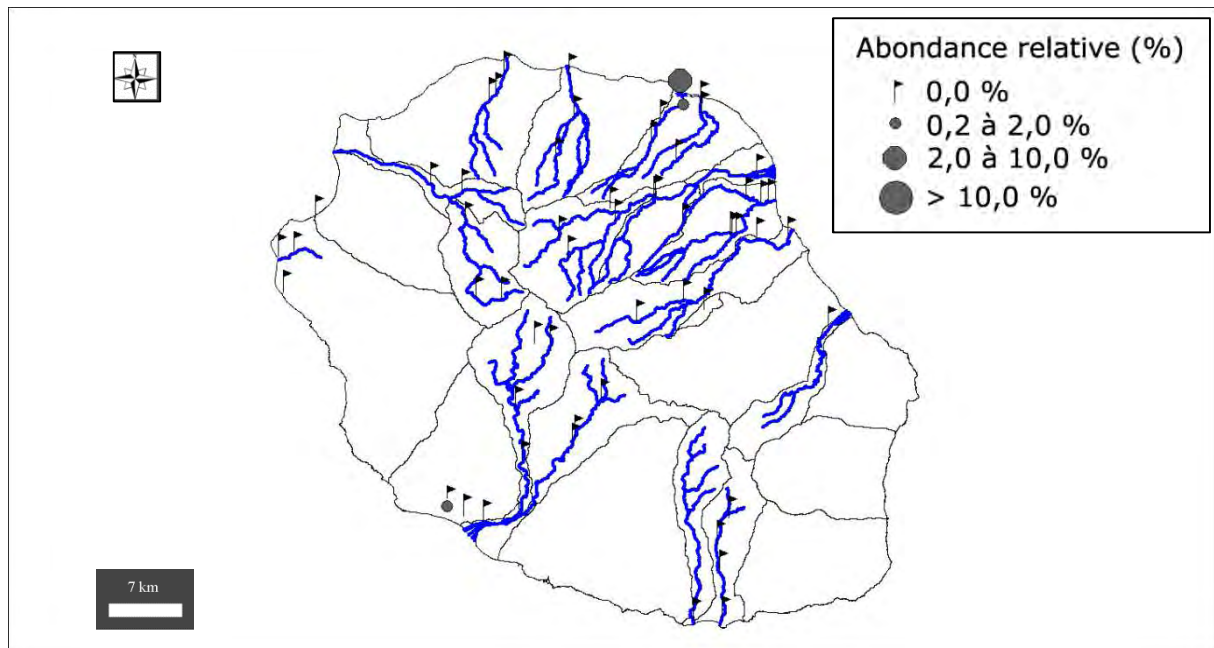
Taxon halin IDR

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,05 (0,40). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 2,70 (12,21). Taux de saturation en oxygène (%) : 81,4 (22,6). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,13 (1,15). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,91 (1,27). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,09 (0,44). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 32,44 (11,44). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 942,08 (636,34). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 3426,4 (1892,5). pH (unité pH) : 7,5 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 131,62 (67,47). Titre alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 11,94 (27,69).

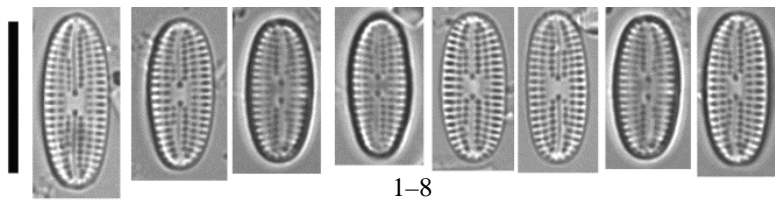
Distribution

Occurrence : 3. Abondance relative maximale (%) : 6,4.

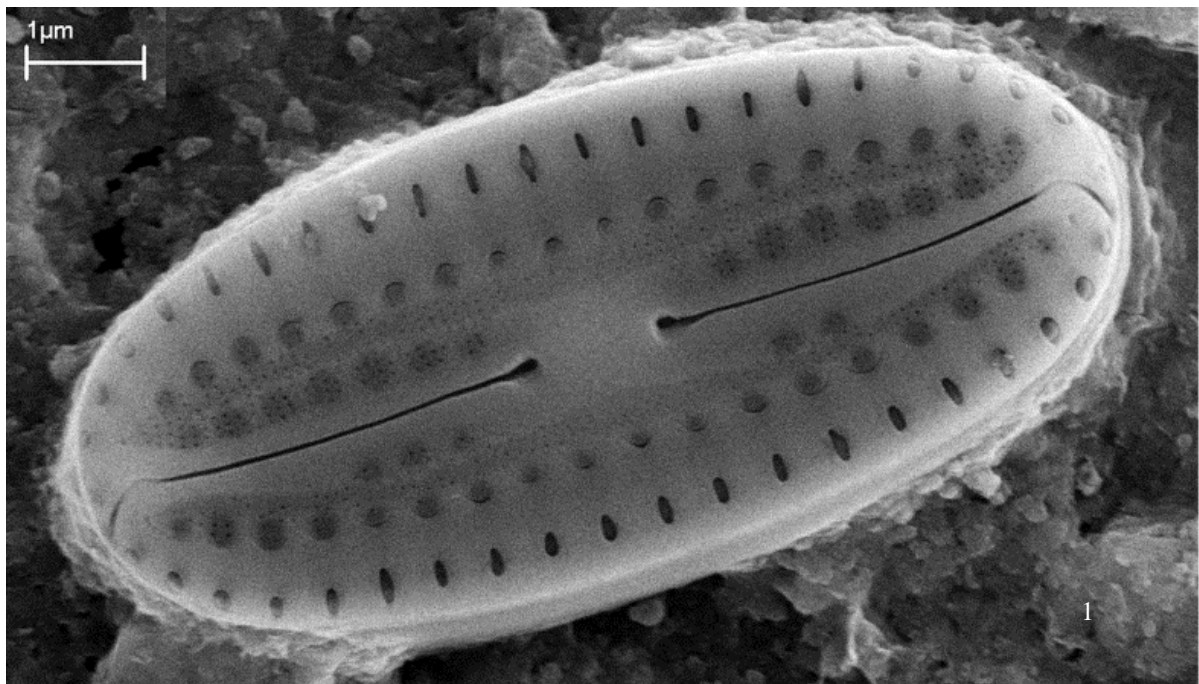
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,33.



Planches



Microscopie photonique. *Fallacia meridionalis* 1–8 Vues valvaires. 1–8 La Rivière Sainte–Suzanne au Village Desprez – Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Fallacia meridionalis* 1– Vue valvaire, vue externe. 1 La Rivière Sainte–Suzanne au Village Desprez – Novembre 2008.

Genre *Fistulifera* Lange–Bertalot 1997 [1]

Généritype : *Fistulifera saprophila* (Lange–Bertalot & Bonik) Lange–Bertalot 1997

***Fistulifera saprophila* (Lange–Bertalot & Bonik) Lange–Bertalot 1997 [FSAP] ***

Basionyme : *Navicula saprophila* Lange–Bertalot & Bonik 1976

Synonyme : *Navicula saprophila* Lange–Bertalot & Bonik 1976

Morphométrie : longueur (µm) : 5,4–6,7 ; largeur (µm) : 1,7–2,6.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 5 + 11

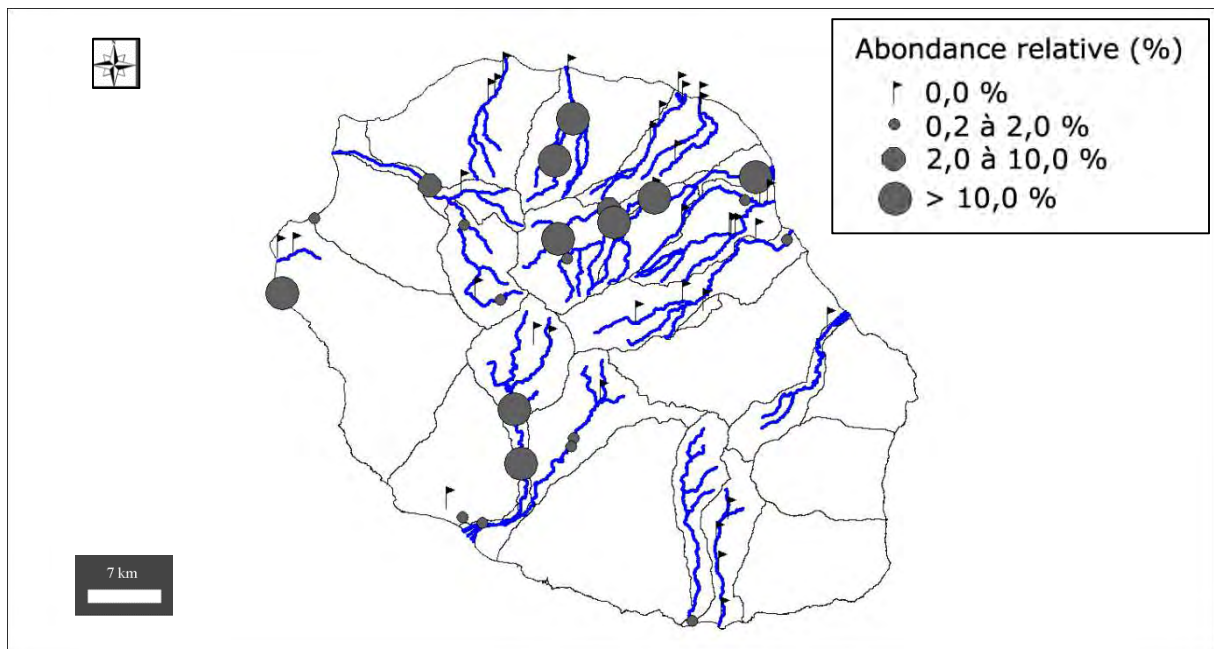
Taxon indicateur négatif IDR – valence d’altération (–3)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 2,44 (5,42). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 2,77 (3,16). Taux de saturation en oxygène (%) : 105,6 (50,2). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,82 (2,01). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 3,34 (4,24). Phosphore total (mg(P)) : 0,82 (0,79). Calcium (mg(Ca)/L) : 24,07 (7,62). Chlorures (mg(Cl)/L) : 96,13 (180,16). Conductivité (µS/cm) : 1497,9 (3874,7). pH (unité pH) : 8,4 (0,8). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 34,50 (29,14). Titre alcalimétrique complet (°f) : 13,10 (4,08).

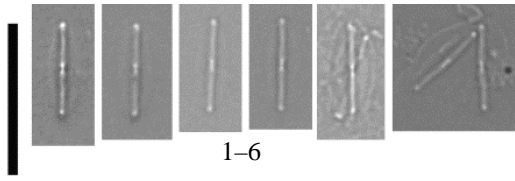
Distribution

Occurrence : 36. Abondance relative maximale (%) : 79,8.

Moyenne des fréquences d’apparition : 10,11.



Planche



Microscopie photonique. *Fistulifera saprophila* 1-6 Vues valvaires. 1-6 La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage – Novembre 2008.

Genre *Kobayasiella* Lange–Bertalot et Metzeltin 1999 [1]

Généritype : *Kobayasiella bicuneus* (Lange–Bertalot) Lange–Bertalot 1999 (= *Kobayasia bicuneus* Lange–Bertalot 1996).

***Kobayasiella bebourensis* Le Cohu, Gassiole & Coste 2012 [KBEB] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 11,5–24,0 ; largeur (μm) : 2,4–4,7 ;
nombre de stries en 10 μm : 35–40.

Préférences écologiques

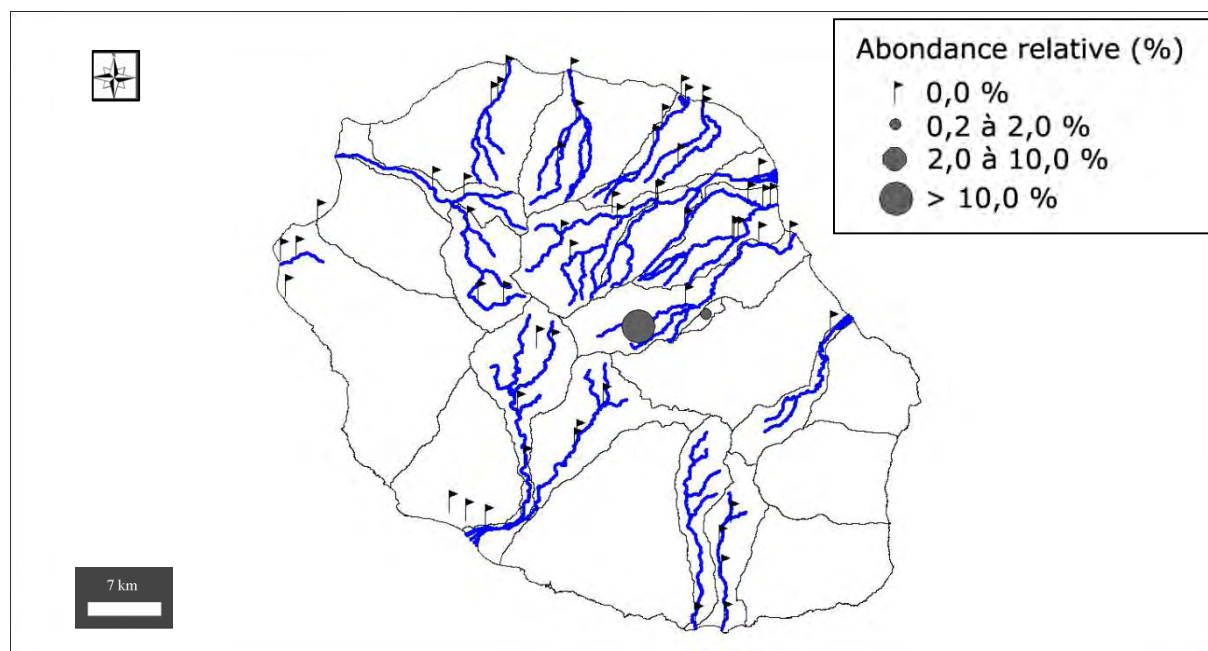
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 3,82 (0,83). Taux de saturation en oxygène (%) : 81,4 (23,9). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,01). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,21 (0,63). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,11). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 0,27 (0,30). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 0,37 (0,23). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 8,2 (2,8). pH (unité pH) : 5,8 (0,6). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 0,30 (15,24). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,35 (0,17).

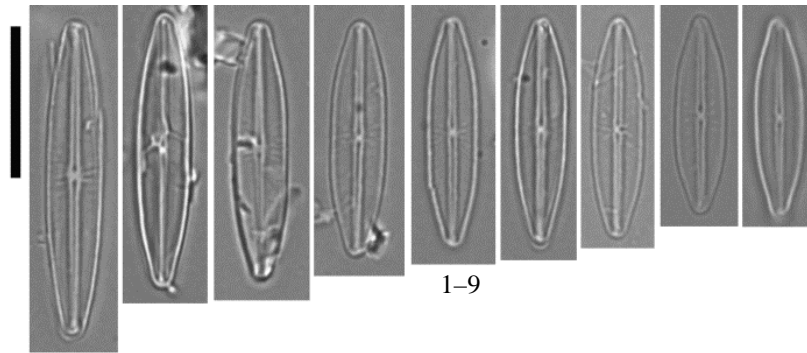
Distribution

Occurrence : 7. Abondance relative maximale (%) : 49,2.

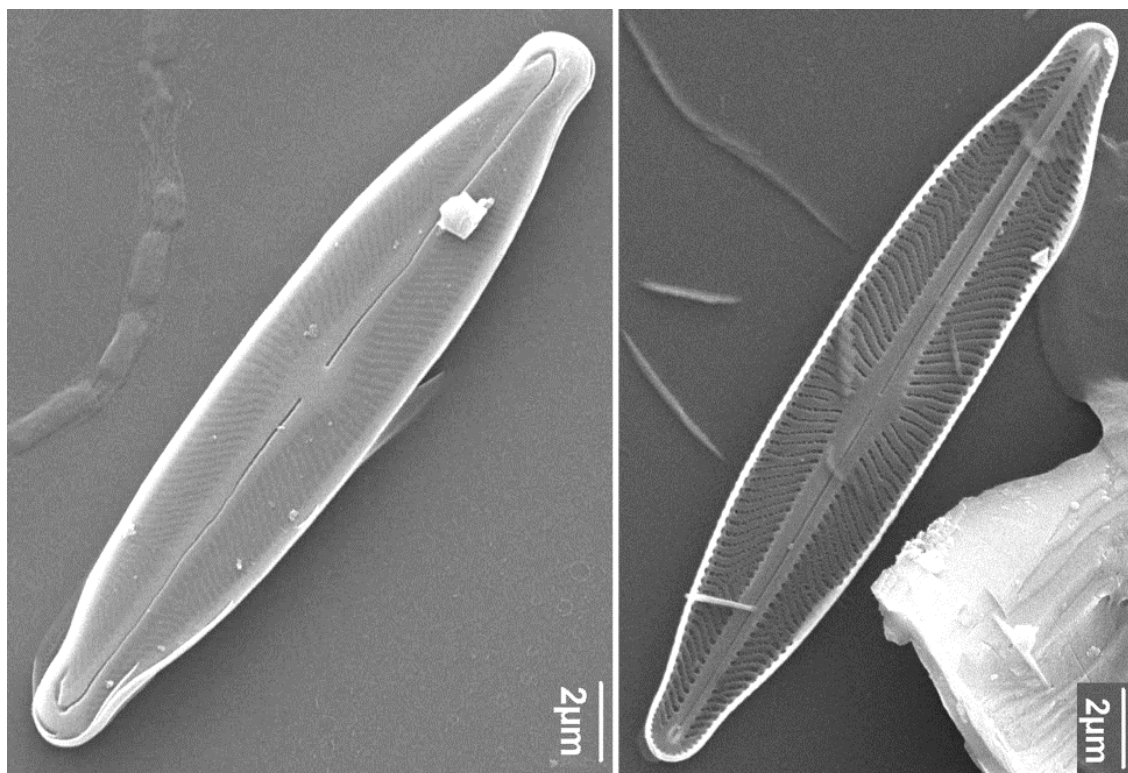
Moyenne des fréquences d'apparition : 12,09.



Planches



Microscopie photonique. *Kobyasiella bebourensis* 1-9 Vues valvaires. 1-9 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Kobyasiella bebourensis* 1 Vue valvaire, vue externe. 2 vue valvaire, vue interne. 1-2 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Avril 2009.

Genre *Mayamaea* Lange–Bertalot 1997 [2]

Généritype : *Mayamaea atomus* (Kützing) Lange–Bertalot 1997

***Mayamaea permitis* (Hustedt) Bruder & Medlin 2008 [MAPE] ***

Basionyme : *Navicula permitis* Hustedt 1945

Synonymes : *Navicula permitis* Hustedt 1945, *Navicula atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange–Bertalot in Krammer & Lange–Bertalot 1985, *Mayamaea atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange–Bertalot 1997

Morphométrie : longueur (μm) : 7,5–9,0 ; largeur (μm) : 3,5–4,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 30–36.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 11 + 12 + 19

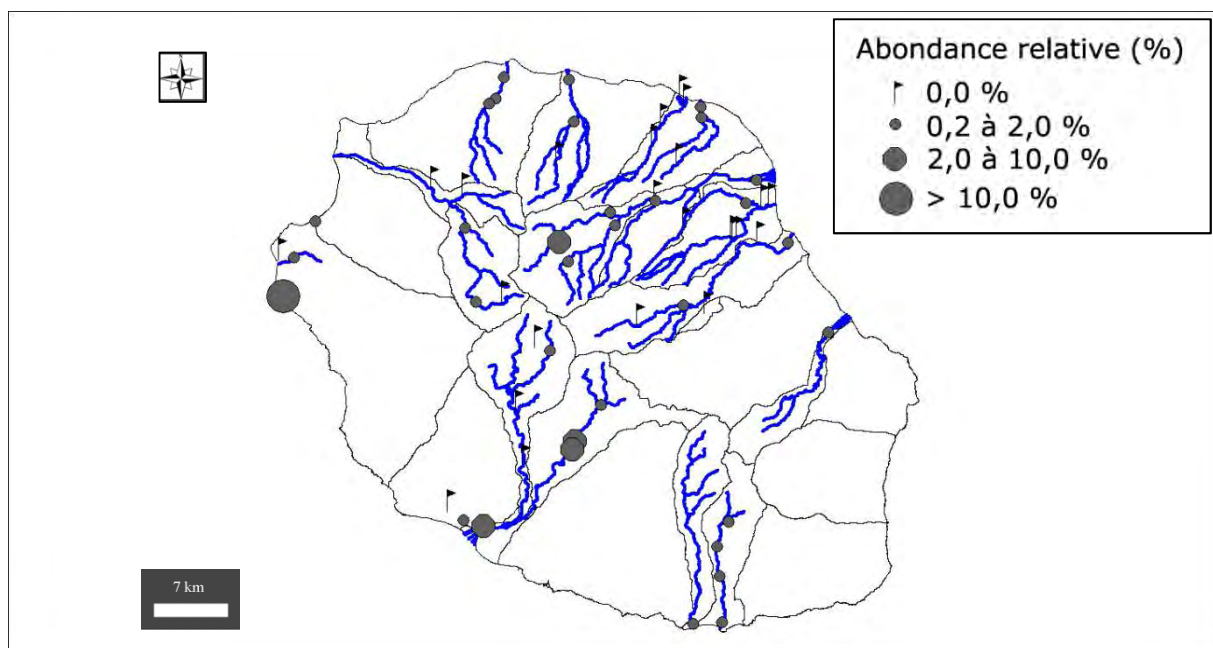
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 7,09 (6,30). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 5,49 (3,36). Taux de saturation en oxygène (%) : 55,0 (35,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 3,38 (3,14). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 7,56 (5,92). Phosphore total (mg(P)) : 1,28 (0,90). Calcium (mg(Ca)/L) : 27,74 (11,35). Chlorures (mg(Cl)/L) : 299,88 (215,18). Conductivité ($\mu\text{S/cm}$) : 2166,4 (3240,0). pH (unité pH) : 7,7 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 60,46 (38,15). Titre alcalimétrique complet (°f) : 14,00 (6,00).

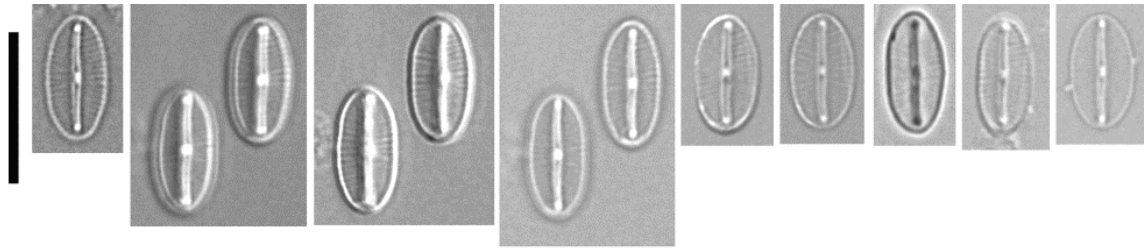
Distribution

Occurrence : 81. Abondance relative maximale (%) : 36,8.

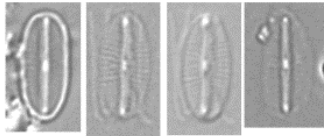
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,68.



Planche



1-9



10-13

Microscopie photonique. *Mayamaea permitis* 1-13 Vues valvaires. 1-13 La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage – Novembre 2008.

Genre *Sellaphora* Mereschkowsky 1902 [5]

Généritépe : *Sellaphora pupula* (Kützing) Mereschkowsky 1902

***Sellaphora seminulum* (Grunow) Mann 1989 [SSEM] ***

Basionyme : *Navicula seminulum* Grunow 1860

Synonymes : *Navicula seminulum* Grunow 1860, *Schizonema seminulum* (Grunow) Kuntze 1898

Morphométrie : longueur (µm) : 3,0–20,0 ; largeur (µm) : 3,0–5,0 ;
nombre de stries en 10 µm : 18–22.

Préférences écologiques

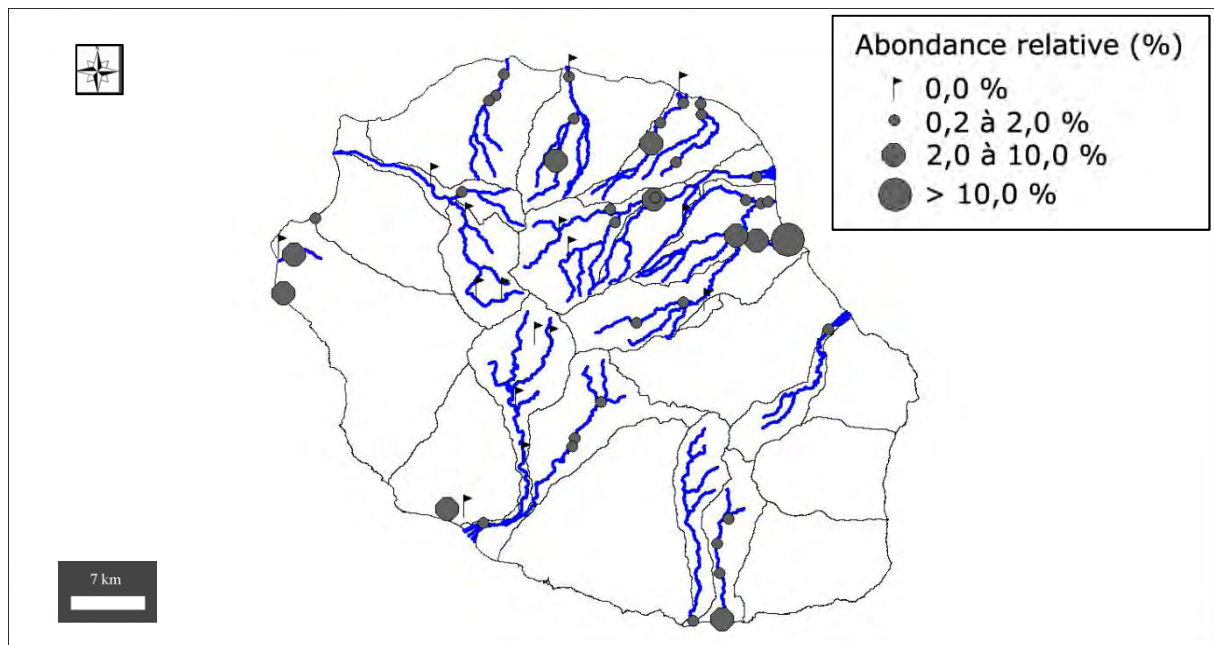
IndVal « Multipattern » : 8 + 11 + 19 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,54 (1,86). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,86 (2,60). Taux de saturation en oxygène (%) : 90,7 (23,1). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,45 (1,25). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,74 (1,48). Phosphore total (mg(P)) : 0,19 (0,46). Calcium (mg(Ca)/L) : 9,14 (8,89). Chlorures (mg(Cl)/L) : 36,50 (111,26). Conductivité (µS/cm) : 246,0 (494,0). pH (unité pH) : 7,9 (0,6). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 9,06 (23,40). Titre alcalimétrique complet (°f) : 5,73 (6,97).

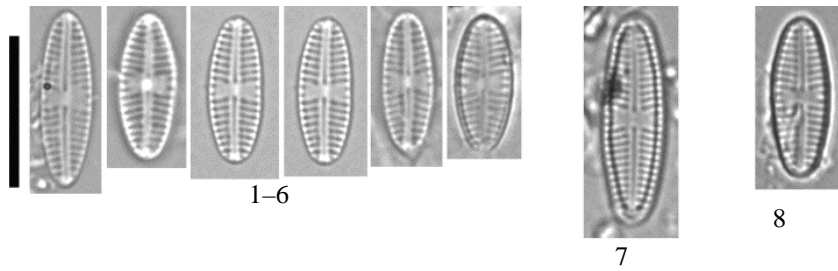
Distribution

Occurrence : 102. Abondance relative maximale (%) : 11,2.

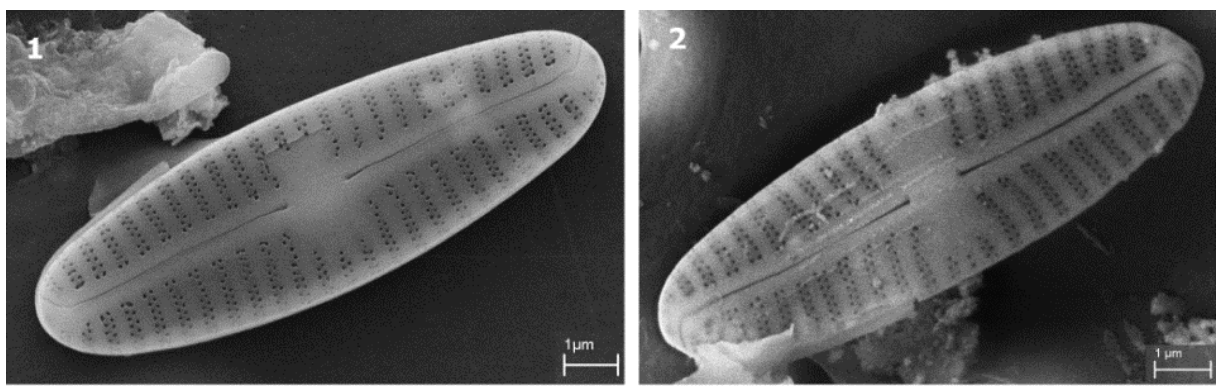
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,00.



Planches



Microscopie photonique. *Sellaphora seminulum* 1–8 Vues valvaires. 1–6 *La Rivière des Marsouins 50 m aval RN2 – Avril 2009*, 7 *La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Mai 2009*, 8 *Le Bras Panon aux Avocatsiers – Avril 2009*.



Microscopie électronique. 1–2 Vues valvaires, vues externes. 1–2 *La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Mai 2009*.

Famille **Pinnulariaceae** Mann in Round *et al.* 1990

Genre ***Pinnularia*** Ehrenberg 1843 [7]

Généritype : *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehrenberg 1843 (= *Bacillaria viridis* Nitzsch, 1817)

***Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve 1891 [PMIC]**

Basionyme : *Stauroptera microstauron* Ehrenberg 1843

Synonymes : *Navicula microstauron* (Ehrenberg) O'Meara 1875, *Stauroneis microstauron* (Ehrenberg) Kützing 1844, *Stauroptera microstauron* Ehrenberg 1843, *Navicula microstauron* (Ehrenberg) Héribaud 1903, *Schizonema microstauron* (Ehrenberg) Kuntze 1898

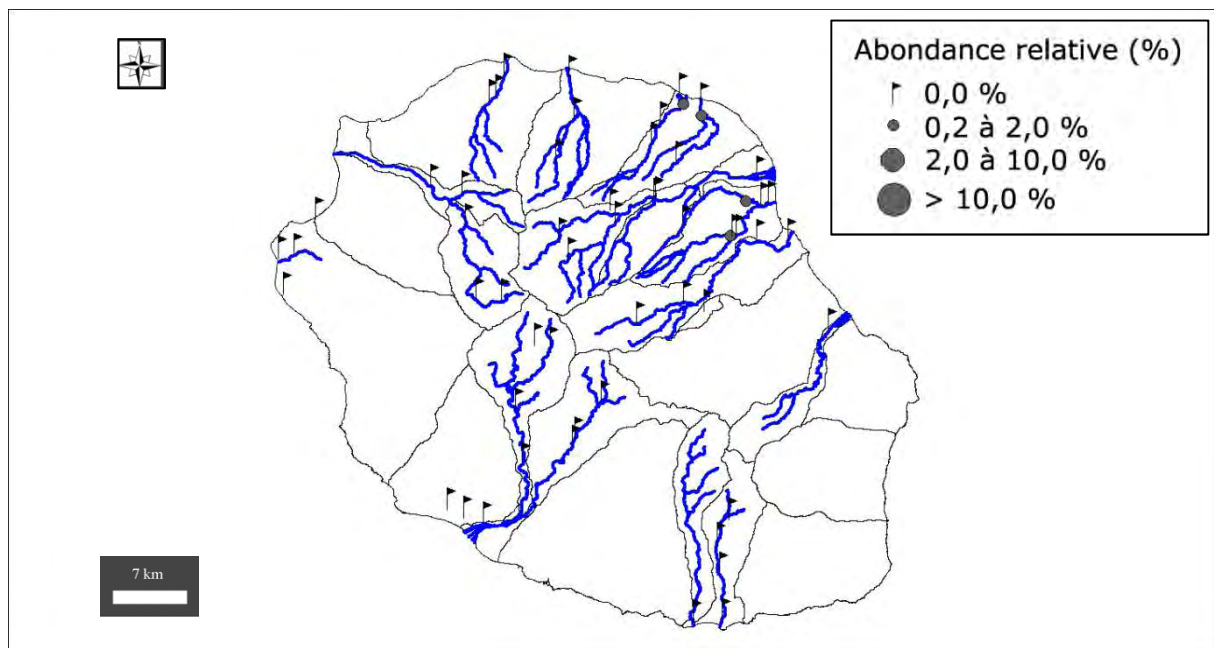
Morphométrie : longueur (µm) : 45–92,5 ; largeur (µm) : 7–13,8 ;
nombre de stries en 10 µm : 9–13.

Préférences écologiques

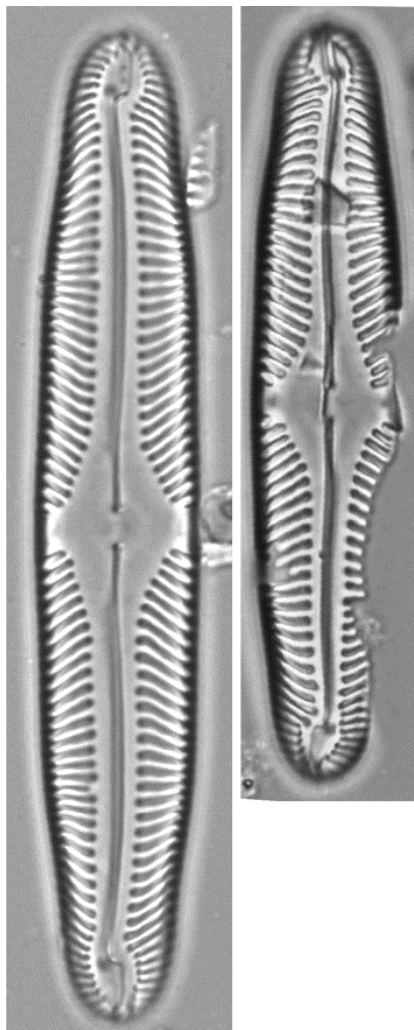
Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,03 (0,02). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,14 (0,13). Taux de saturation en oxygène (%) : 92,6 (11,3). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,01). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,57 (0,56). Phosphore total (mg(P)) : 0,04 (0,02). Calcium (mg(Ca)/L) : 8,56 (3,83). Chlorures (mg(Cl)/L) : 9,68 (5,33). Conductivité (µS/cm) : 107,8 (47,6). pH (unité pH) : 7,3 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 2,04 (0,87). Titre alcalimétrique complet (°f) : 4,87 (2,31).

Distribution

Occurrence : 7. Abondance relative maximale (%) : 5,2.
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,06.



Planche



1-2

Microscopie photonique. *Pinnularia microstauron* 1-2 Vues valvaires. 1-2 La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara) – Octobre 2010.

Genre *Caloneis* Cleve 1894 [5]

Généritype : *Caloneis amphisbaena* (Bory de Saint Vincent) Cleve 1894 (= *Navicula* Bory de Saint Vincent 1824)

***Caloneis fontinalis* (Grunow in Van Heurck) Cleve–Euler 1932 [CFON] ***

Basionyme : *Navicula fontinalis* Grunow in Van Heurck 1885

Synonymes : *Caloneis fontinalis* (Grunow) Lange–Bertalot & Reichardt in Lange–Bertalot & Metzeltin 1996, *Caloneis fasciata* var. *fontinalis* (Grunow in Van Heurck) Østrup 1910, *Caloneis fasciata* var. *fontinalis* (Grunow in Van Heurck) Boye–Petersen 1928, *Navicula fasciata* var. *fontinalis* (Grunow in Van Heurck) Frenguelli 1924, *Navicula fontinalis* Grunow in Van Heurck 1885, *Caloneis lacunarum* var. *fontinalis* (Grunow) Hustedt 1909, *Navicula fasciata* var. *fontinalis* (Grunow) Frenguelli 1923.

Morphométrie : longueur (µm) : 11,0–25,0 ; largeur (µm) : 4,0–5,0 ;
nombre de stries en 10 µm : 21–25.

Préférences écologiques

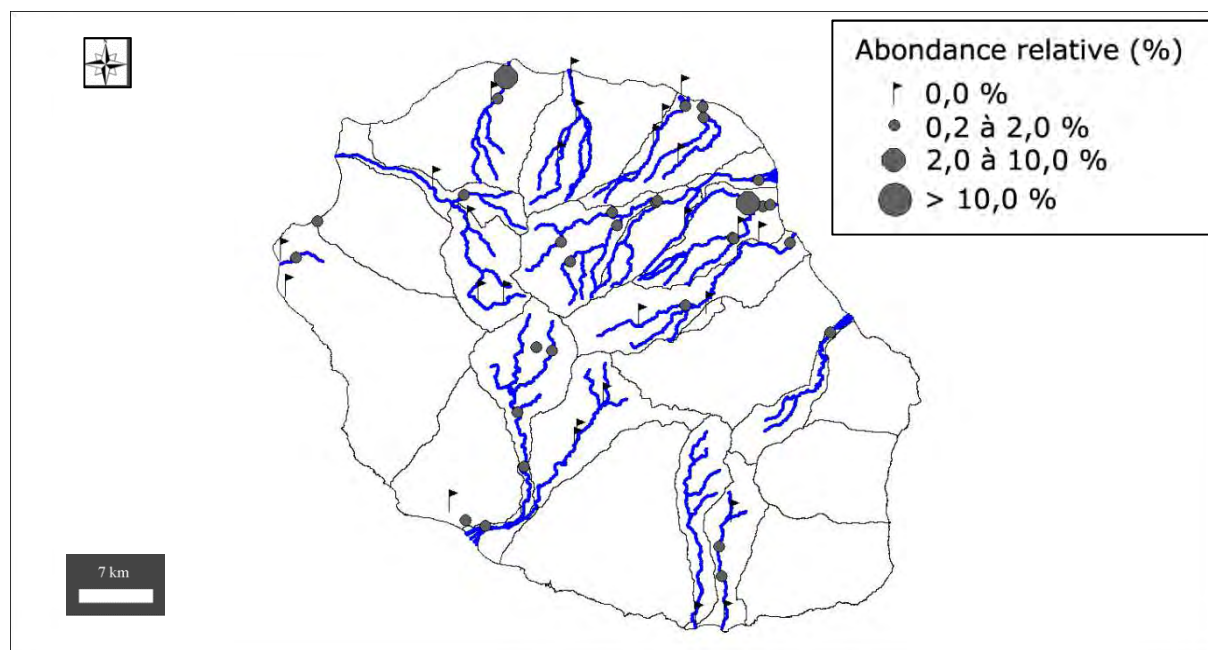
IndVal « Multipattern » : 5 + 8 + 12 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,02 (0,03). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,12 (1,25). Taux de saturation en oxygène (%) : 99,7 (18,0). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,05 (0,07). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,12 (0,50). Phosphore total (mg(P)) : 0,07 (0,17). Calcium (mg(Ca)/L) : 13,51 (9,26). Chlorures (mg(Cl)/L) : 6,63 (9,50). Conductivité (µS/cm) : 172,4 (113,6). pH (unité pH) : 8,1 (0,6). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 10,29 (20,46). Titre alcalimétrique complet (°f) : 7,03 (3,94).

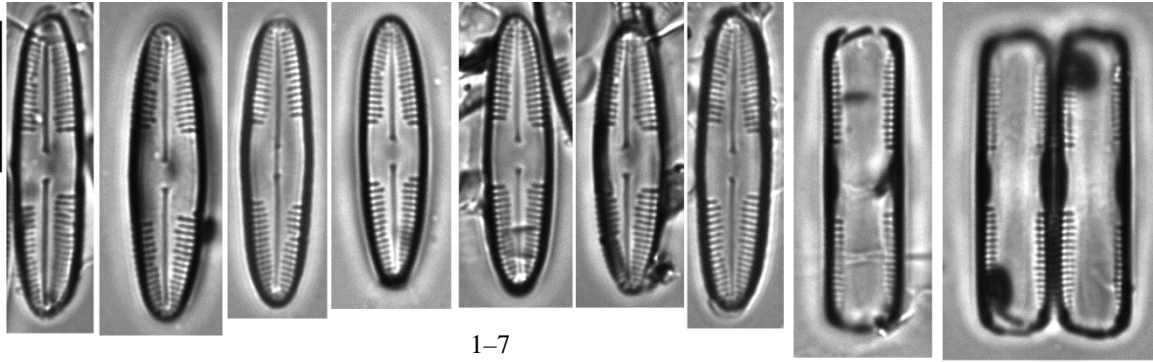
Distribution

Occurrence : 57. Abondance relative maximale (%) : 8,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,69.



Planche



Microscopie photonique. *Caloneis fontinalis* 1-7 Vues valvaires. 8-10 vues connectives. 1-10 La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San – Octobre 2009.

Sous-ordre **Diploneidinea** Mann in Round *et al.* 1990

Famille **Diploneidaceae** Mann in Round *et al.* 1990

Genre **Diploneis** (Ehrenberg) Cleve 1894 [2]

Généritype : *Diploneis didyma* (Ehrenberg) Cleve 1894 (= *Pinnularia didyma* Ehrenberg)

***Diploneis puella* (Schumann) Cleve 1894 [DPUE]**

Basionyme : *Navicula puella* Schumann 1867

Synonymes : *Navicula elliptica* var. *puella* (Schumann) M. Peragallo 1903, *Navicula puella* Schumann 1867, *Schizonema puella* (Schumann) Kuntze 1898.

Morphométrie : longueur (μm) : 13,0–15,0 ; largeur (μm) : 8,0–14,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 11–16.

Préférences écologiques

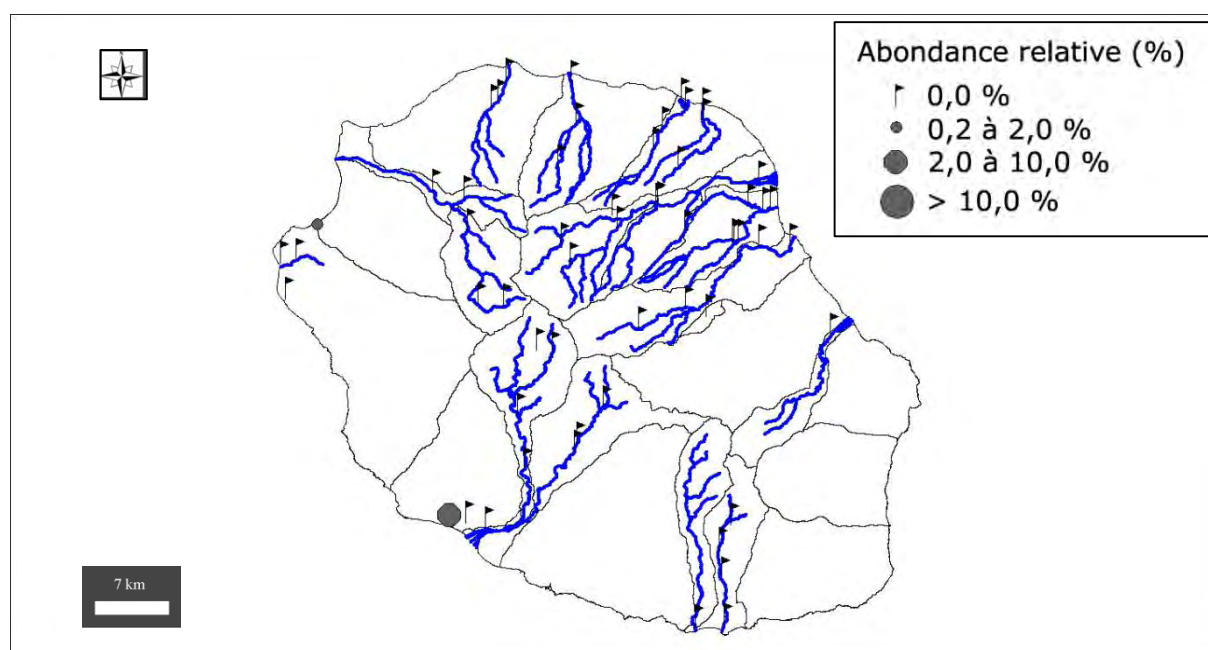
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,64 (0,70). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 15,74 (9,90). Taux de saturation en oxygène (%) : 46,5 (8,1). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 1,58 (0,65). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 3,10 (1,44). Phosphore total (mg(P)) : 0,69 (0,22). Calcium (mg(Ca)/L) : 32,39 (5,63). Chlorures (mg(Cl)/L) : 134,90 (54,03). Conductivité ($\mu\text{S/cm}$) : 1332,4 (379,9). pH (unité pH) : 7,8 (0,2). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 62,60 (21,06). Titre alcalimétrique complet (°f) : 46,48 (16,25).

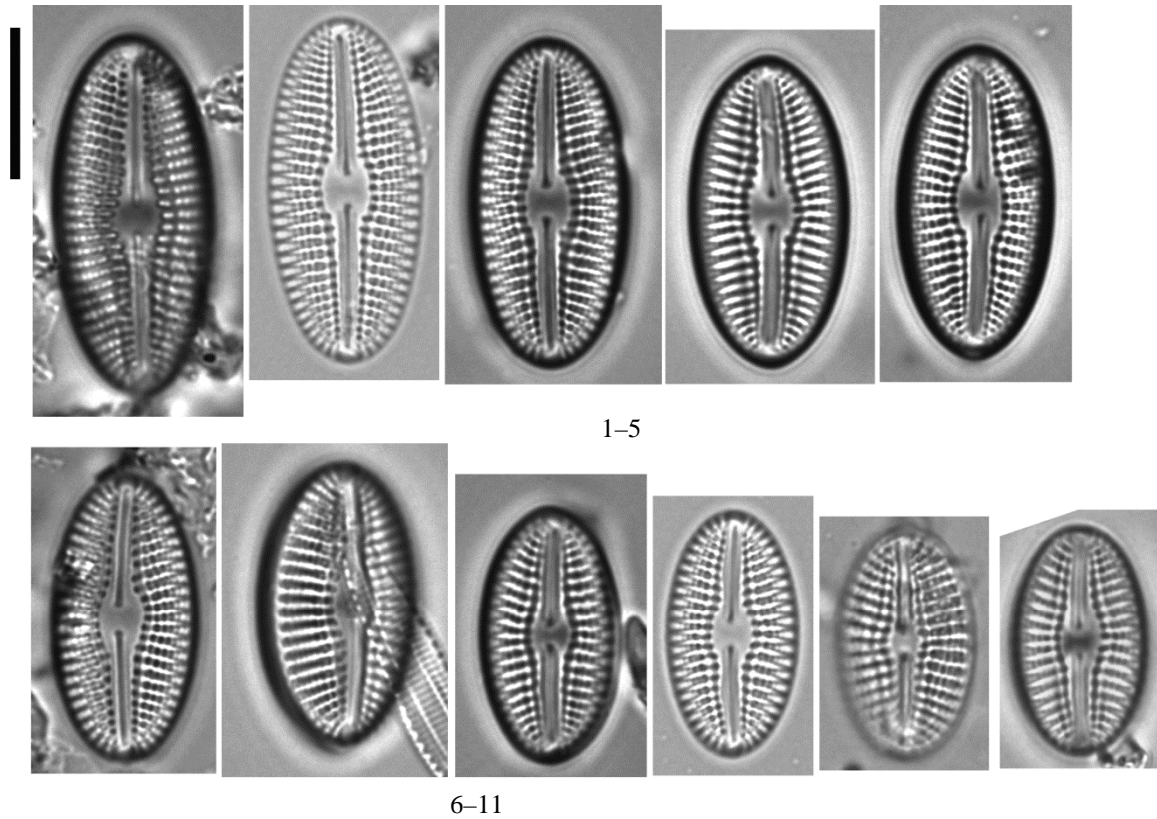
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 5,2.

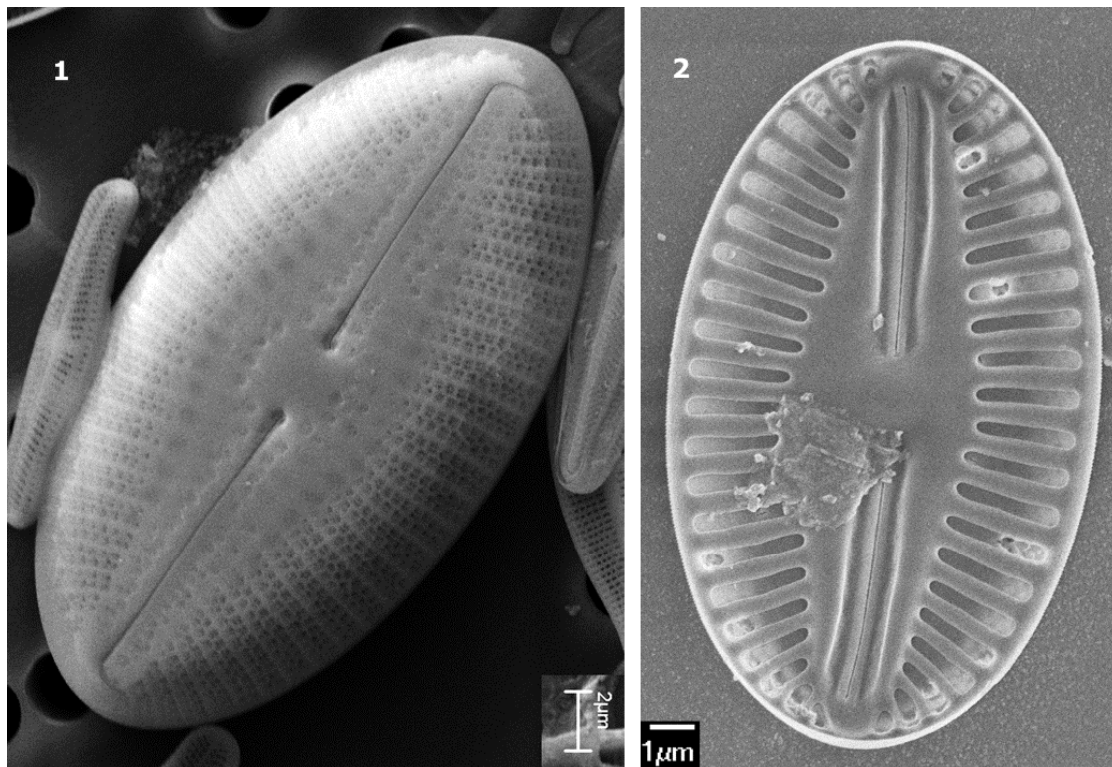
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,40.



Planches



Microscopie photonique. *Diploneis puella* 1-11 Vues valvaires. 1-11 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Mai 2010.



Microscopie électronique. *Diploneis puella* 1- Vue valvaire, vue externe. 2- Vue valvaire, vue interne. 1-2 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Mai 2010.

Sous-ordre **Naviculineae** Hendeý 1937
Famille **Naviculaceae** Kützing 1844 emend. Mann in Round *et al.* 1990

Genre *Seminavis* Mann in Round *et al.* 1990 [1]

Généritype : *Seminavis gracilentata* (Grunow ex Schmidt) Mann in Round, Crawford & Mann 1990 (= *Amphora angustata* var. *gracilentata* Grunow ex Schmidt 1875)

Seminavis sp. n°1 [SMN1] *

Seminavis strigosa (Hustedt) D.G. Mann & A. Economou-Amilií in D.B. Danielidis & D.G. Mann 2003

Basionyme : *Amphora strigosa* Hustedt 1949

Synonyme : *Amphora strigosa* Hustedt 1949

Morphométrie : longueur (µm) : 19–32 ; largeur (µm) : 3,9–6,1 ;
nombre de stries en 10 µm : 17–24.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 12

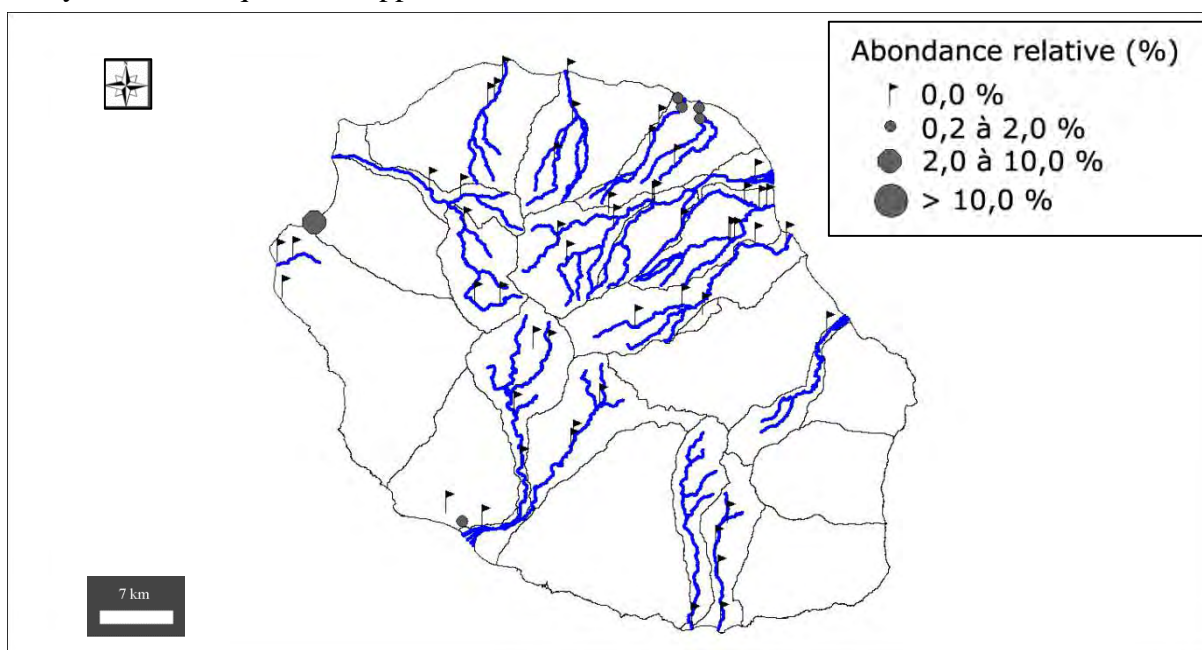
Taxon halin IDR

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,03 (0,04). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 0,95 (0,83). Taux de saturation en oxygène (%) : 81,6 (9,4). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,26 (0,11). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,14 (0,51). Phosphore total (mg(P)) : 0,11 (0,03). Calcium (mg(Ca)/L) : 17,30 (5,95). Chlorures (mg(Cl)/L) : 61,45 (233,96). Conductivité (µS/cm) : 413,6 (794,2). pH (unité pH) : 7,6 (0,1). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 15,31 (32,98). Titre alcalimétrique complet (°f) : 8,38 (1,79).

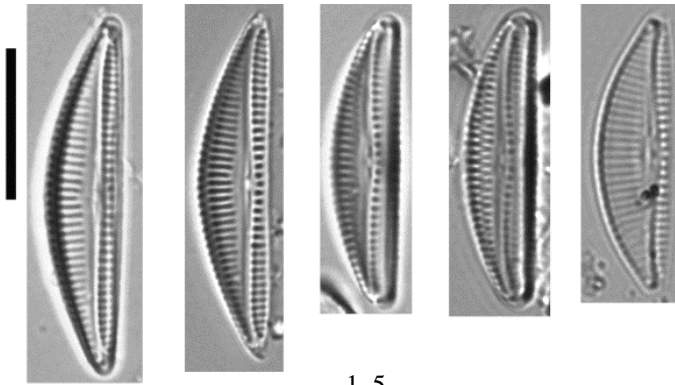
Distribution

Occurrence : 9. Abondance relative maximale (%) : 6,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,31.



Planche



1-5

Microscopie photonique. *Seminavis* sp. n°1 1-5 Vues valvaires. 1-5 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Mai 2009.

Genre *Navicula* Bory 1822 [42]

Généritype : *Navicula tripunctata* (Muller) Bory de Saint-Vincent 1827

Navicula aff. crassulexigua [NCRX] *

Navicula crassulexigua Reichardt 1994

Morphométrie : longueur (μm) : 5,1–9,1 ; largeur (μm) : 2,1–3,9 ;
nombre de stries en 10 μm : 20–28.

Préférences écologiques

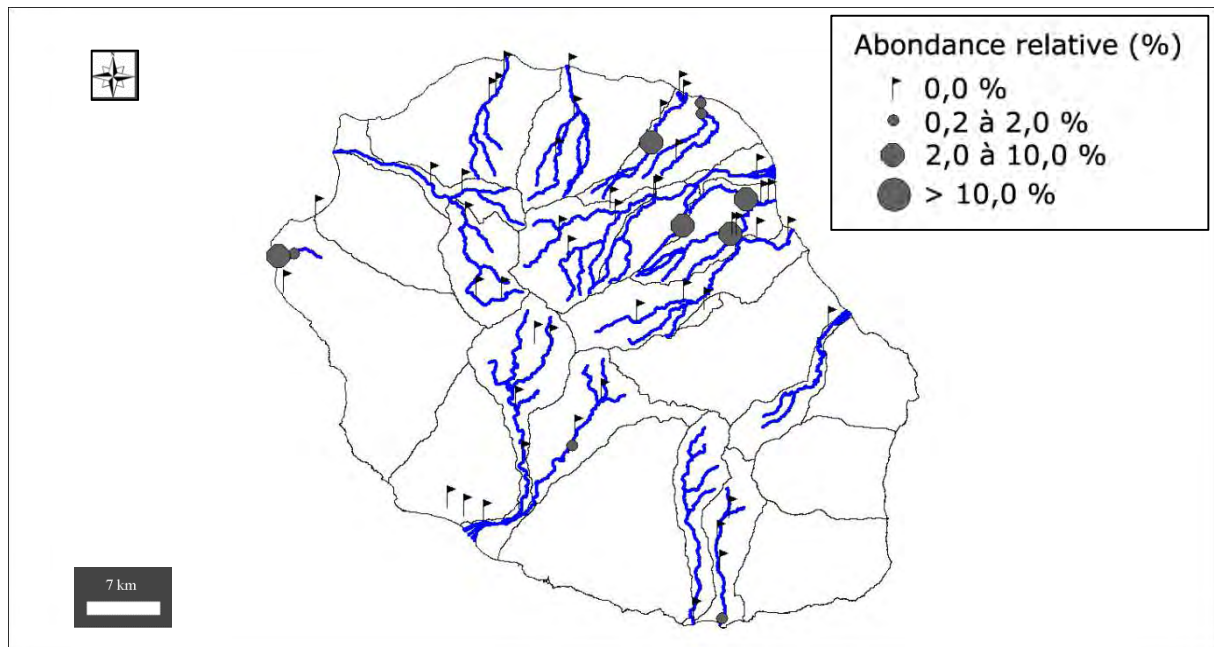
IndVal « Multipattern » : 20

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 2,09 (1,79). Taux de saturation en oxygène (%) : 99,9 (5,4). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,05 (0,08). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,13 (0,40). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,04 (0,02). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 4,92 (3,64). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 4,29 (3,14). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 66,6 (44,5). pH (unité pH) : 7,7 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 1,05 (0,95). Titre alcalimétrique complet (°f) : 2,70 (1,77).

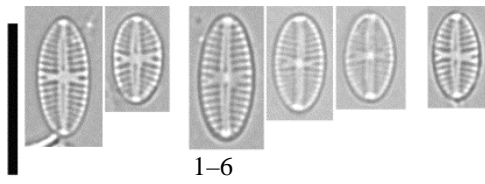
Distribution

Occurrence : 14. Abondance relative maximale (%) : 9,4.

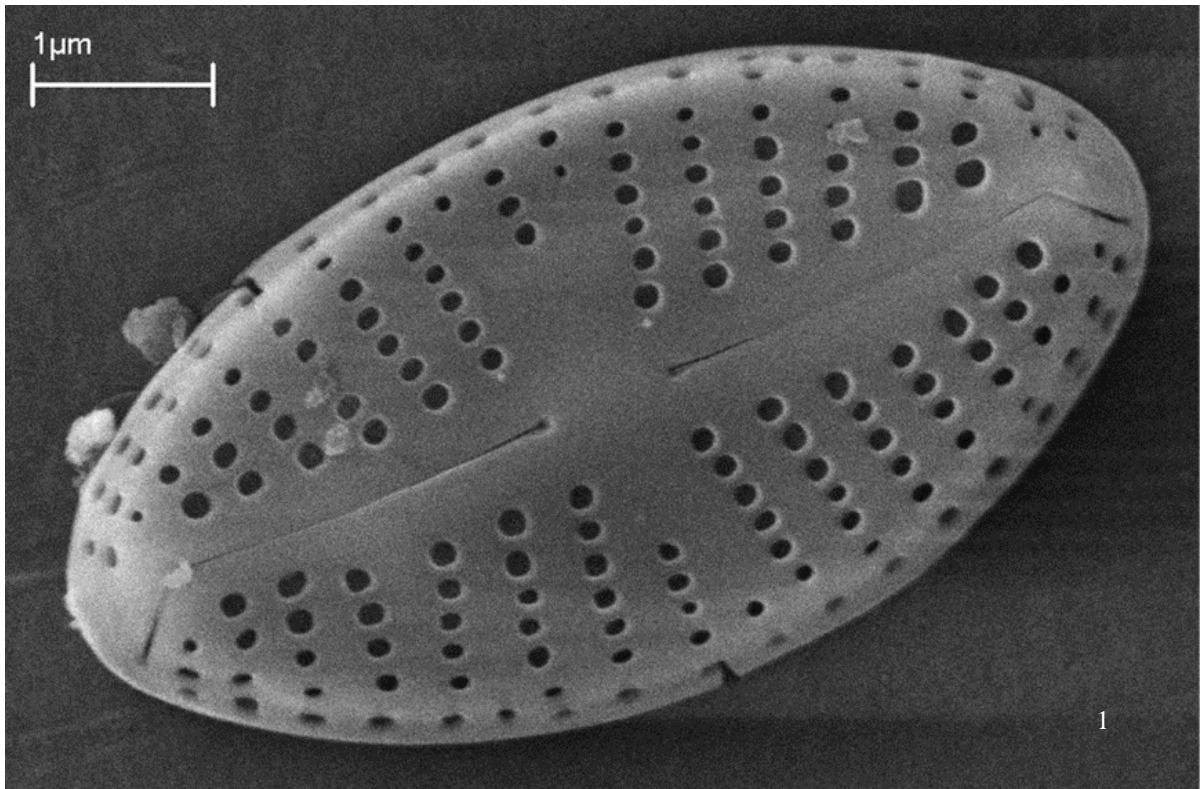
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,24.



Planches



Microscopie photonique. *Navicula aff. crassulexigua* 1–6 Vues valvaires. 1–2 *Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Novembre 2008* , 3–6 *La Rivière des Roches à Mon Désir – Octobre 2009.*



Microscopie électronique. *Navicula aff. crassulexigua* 1– Vue valvaire, vue externe. 1 *Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Novembre 2008.*

***Navicula aff. cryptocephala* [NCRY] ***

Navicula cryptocephala Kützing 1844

Synonyme : *Schizonema cryptocephalum* (Kützing) Kuntze 1898

Morphométrie : longueur (µm) : 20–35 ; largeur (µm) : 5–6,8 ;
nombre de stries en 10 µm : 14–18.

Préférences écologiques

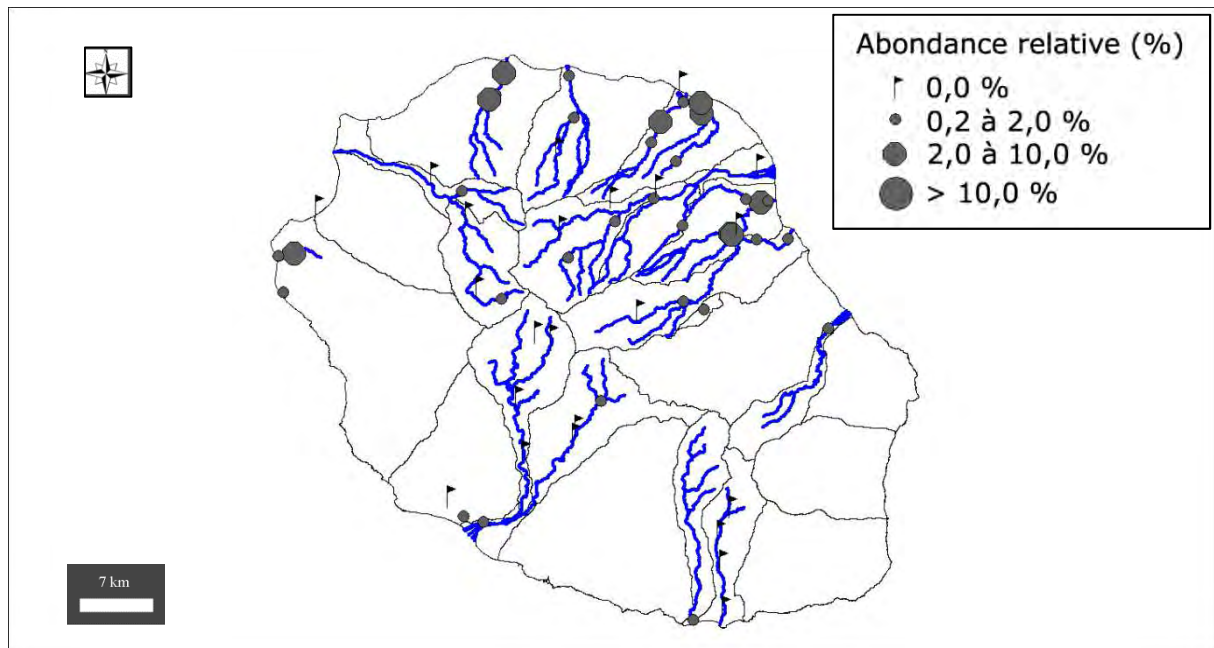
IndVal « Multipattern » : 8 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,12 (0,84). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,27 (1,33).
Taux de saturation en oxygène (%) : 96,1 (12,3). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,22 (1,26).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,12 (0,84). Phosphore total (mg(P)) : 0,10 (0,32). Calcium
(mg(Ca)/L) : 9,60 (5,55). Chlorures (mg(Cl)/L) : 15,59 (71,71). Conductivité (µS/cm) : 160,8
(328,0). pH (unité pH) : 7,9 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 4,33 (14,94). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 4,97 (2,21).

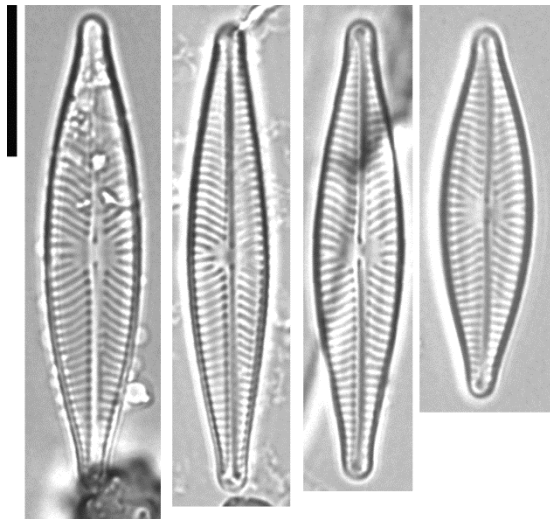
Distribution

Occurrence : 72. Abondance relative maximale (%) : 8,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,31.

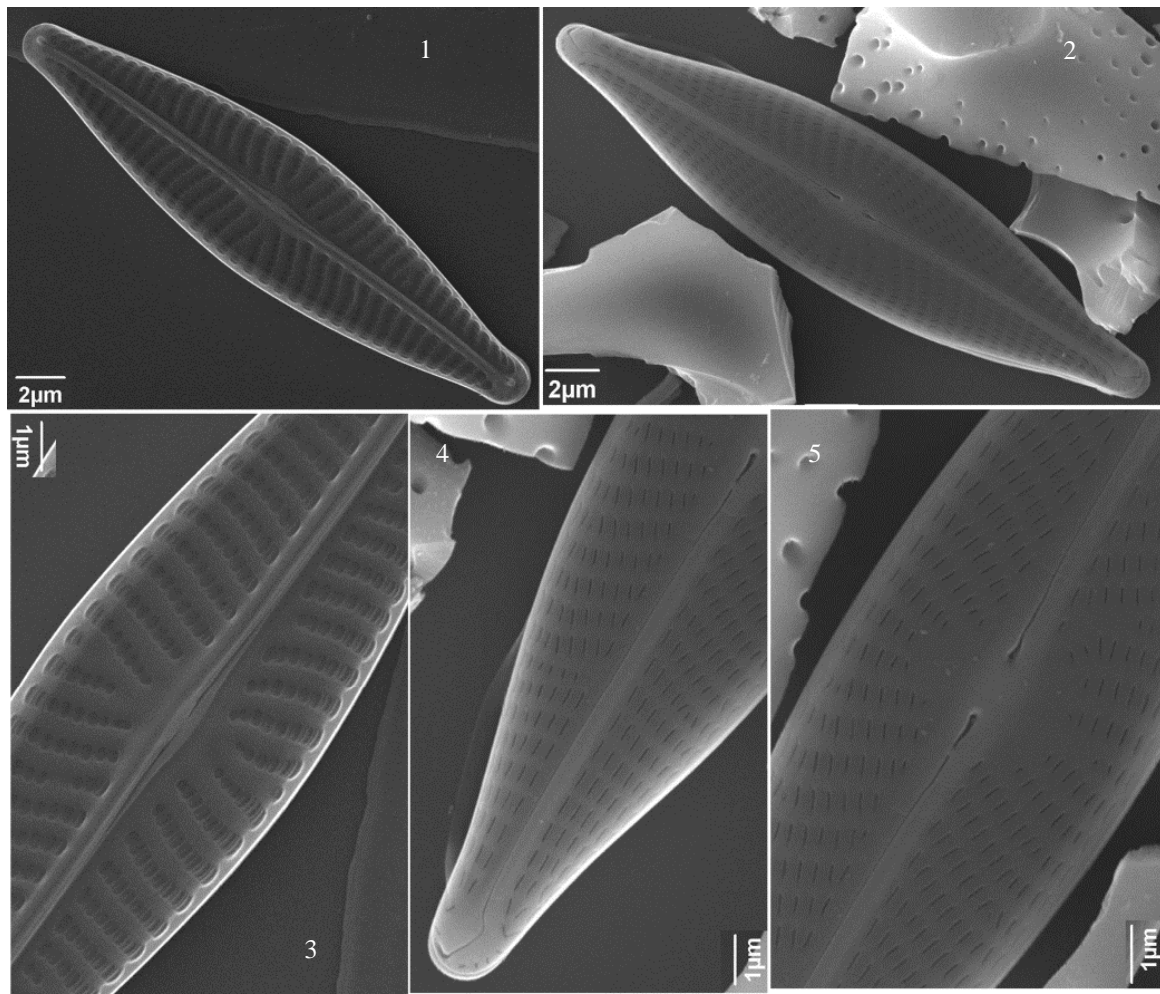


Planches



1-4

Microscopie photonique. *Navicula aff. cryptocephala* 1-4 Vues valvaires. 1-4 La Ravine Saint Gilles au Verrou – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Navicula aff. cryptocephala* 1- 5 Vue valvaires. 1, 3 vues internes. 2, 4, 5 vues externes. 1- 5 La Ravine Saint Gilles au Verrou – Avril 2009.

***Navicula capitatoradiata* Germain 1981 [NCPR] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 27,0–41,0 ; largeur (μm) : 6,5–9,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 11–14.

Préférences écologiques

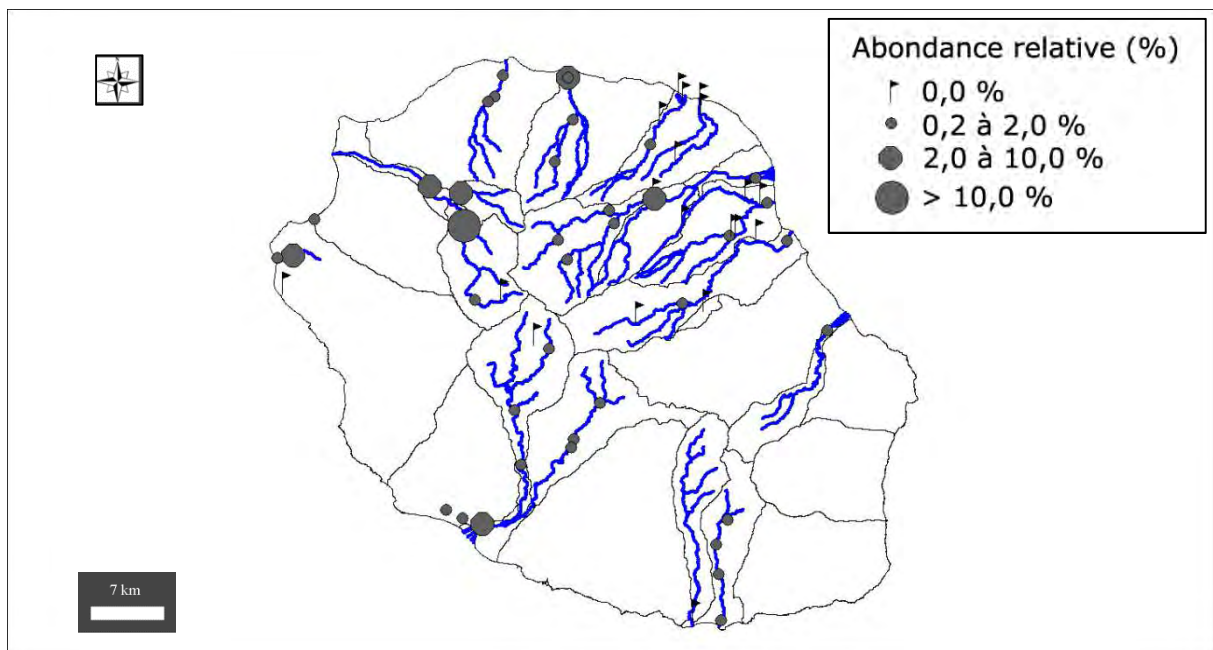
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 8

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,02). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,18 (1,22).
Taux de saturation en oxygène (%) : 103,7 (17,5). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,06 (0,08).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,21 (0,57). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,08).
Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 13,96 (5,44). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 3,53 (6,55). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 189,7 (103,0).
pH (unité pH) : 8,6 (0,5). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 5,95 (11,05). Titre alcalimétrique complet (°f) : 8,27 (2,97).

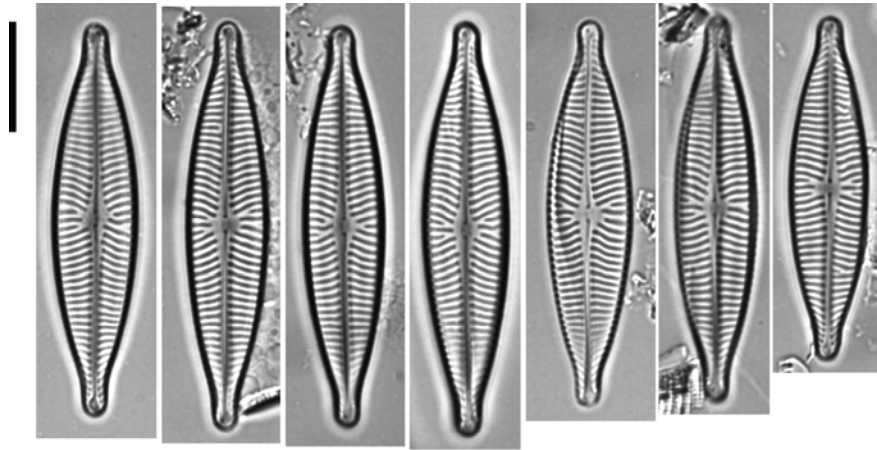
Distribution

Occurrence : 111. Abondance relative maximale (%) : 11,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,17.

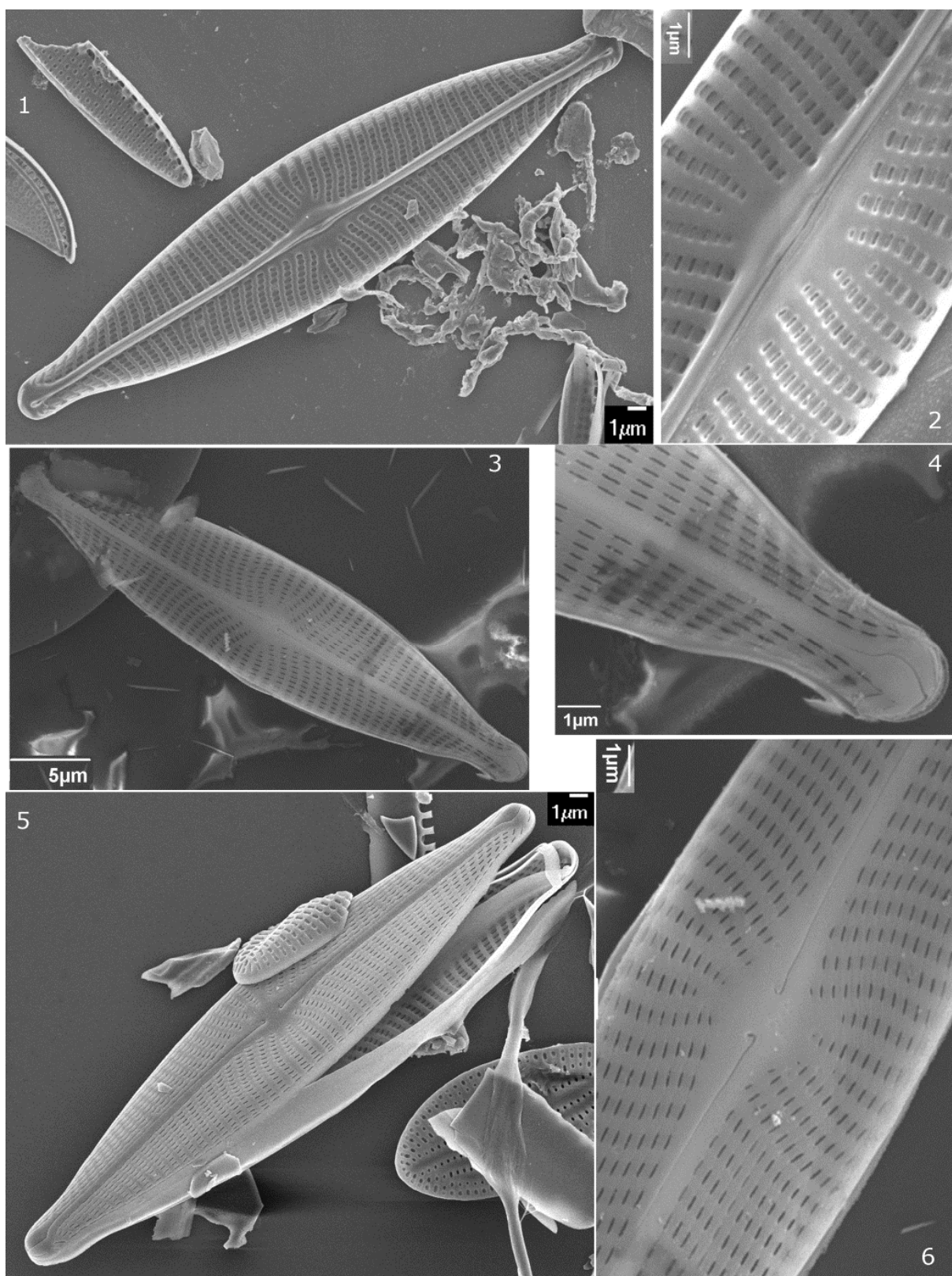


Planches



1-7

Microscopie photonique. *Navicula capitatoradiata* 1-7 Vues valvaires. 1-7 La Rivière des Galets à Mafate (amont captage ILO et amont confluence Bras d'Oussy) – Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Navicula capitatoradiata* 1 vue interne, valve. 2 vue interne, détail, partie centrale. 3 vue externe, valve. 4 vue externe, partie distale. 5 vue externe, valve. 6 vue externe, partie centrale. 1 La Rivière des Remparts à Le Butor – Avril 2010. 2–4, 6 La Rivière des Galets à Trois Roches – Novembre 2008. 5 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2009.

***Navicula cryptotenella* Lange–Bertalot in Krammer & Lange–Bertalot 1985 [NCTE] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 12,0–29,0 ; largeur (μm) : 4,5–6,7 ;
nombre de stries en 10 μm : 14–16.

Préférences écologiques

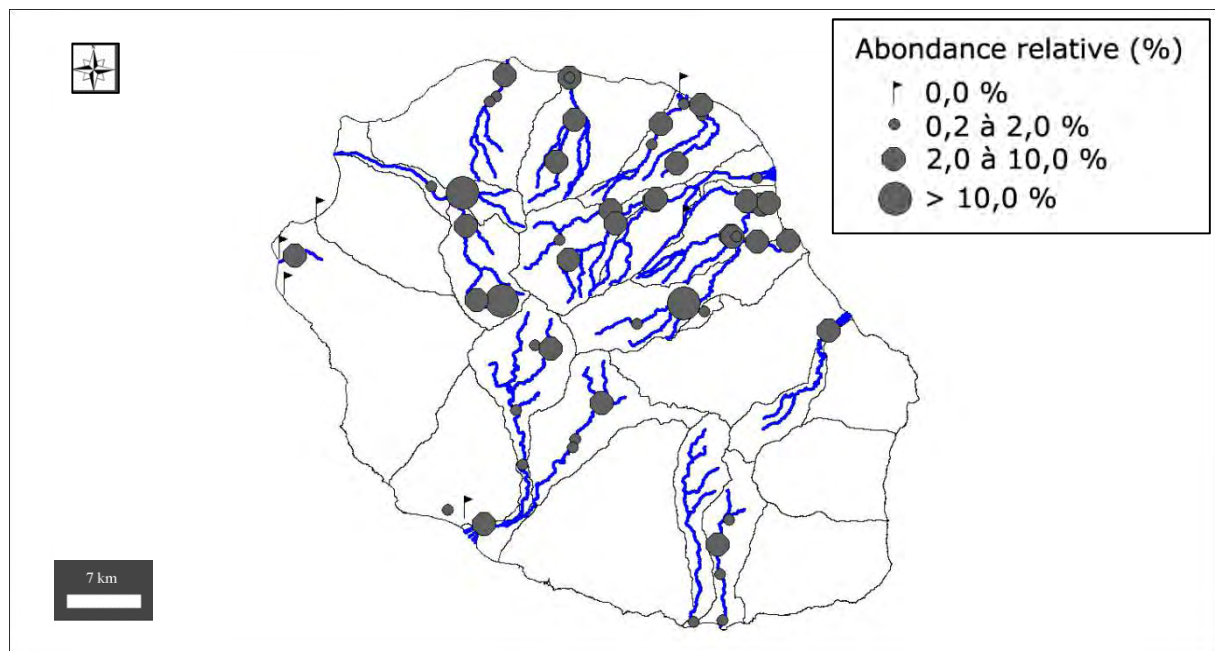
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 7 + 8 + 16 + 19 + 21

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,02). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 0,98 (1,05).
Taux de saturation en oxygène (%) : 101,3 (13,4). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,10 (0,11).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,02 (0,60). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,07 (0,09).
Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 10,52 (8,04). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 3,09 (4,72). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 138,0 (91,1).
pH (unité pH) : 8,2 (0,5). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 4,39 (8,17). Titre alcalimétrique complet (°f) : 6,11 (4,47).

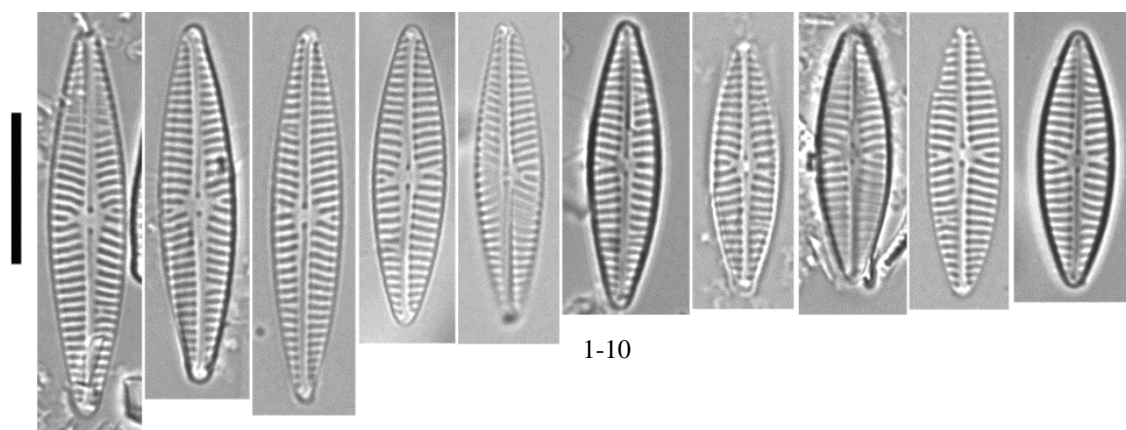
Distribution

Occurrence : 193. Abondance relative maximale (%) : 30,0.

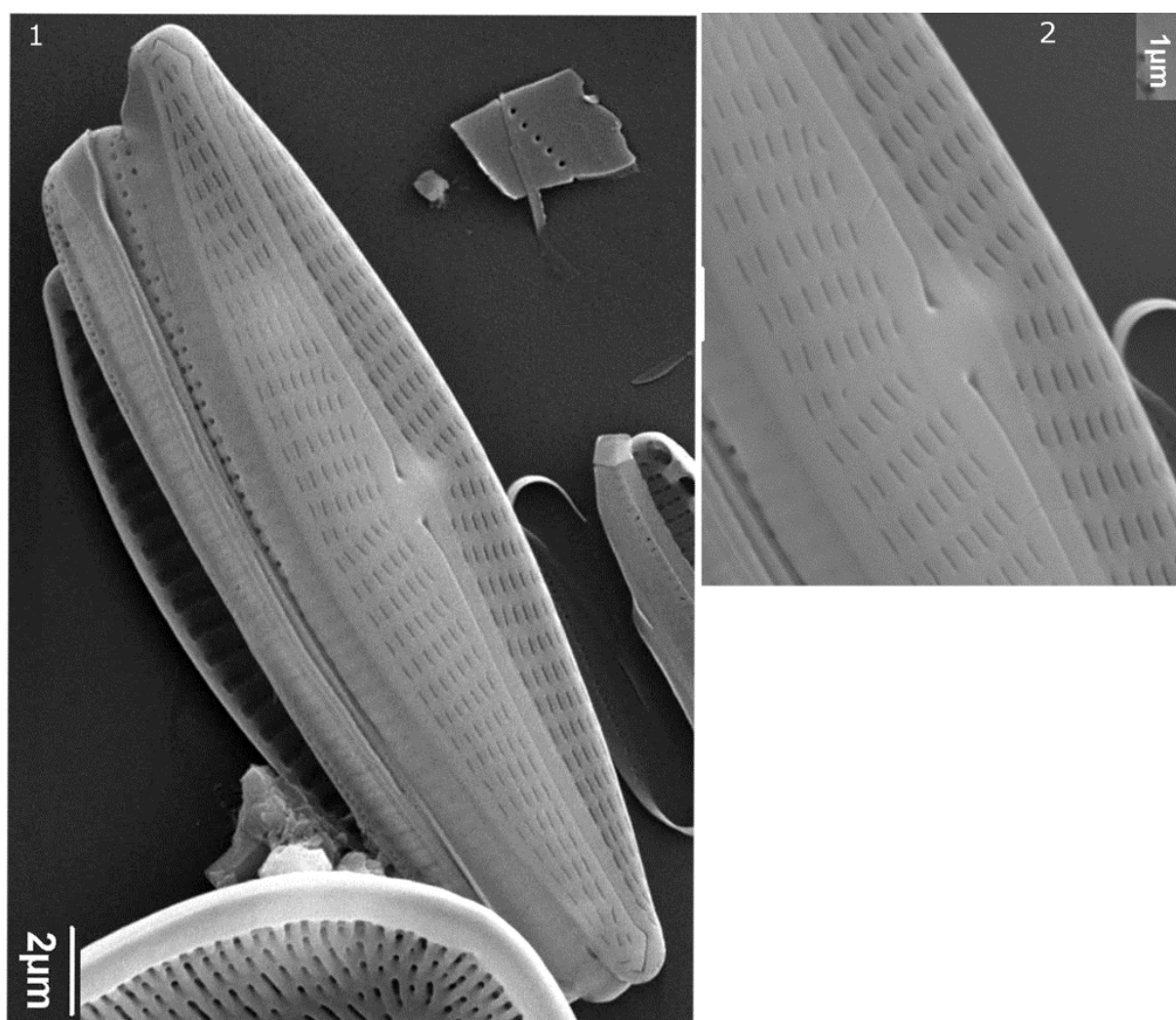
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,94.



Planches



Microscopie photonique. *Navicula cryptotenella* 1–10 Vues valvaires. 1–10 Le Bras de Sainte-Suzanne à Mafate (amont captage ILO) – Novembre 2009.



Microscopie électronique. *Navicula cryptotenella* 1 vue externe, valve. 2 vue externe, détail partie centrale. 1–2 Le Bras de Sainte-Suzanne à Mafate (amont captage ILO) – Novembre 2009.

***Navicula escambia* (Patrick) Metzeltin & Lange–Bertalot 2007 [NESC] ***

Basionyme : *Navicula schroeteri* var. *escambia* Patrick 1959

Synonyme : *Navicula schroeteri* var. *escambia* Patrick 1959

Morphométrie : longueur (µm) : 27,0–47,0 ; largeur (µm) : 6,6–8,7 ;
nombre de stries en 10 µm : 12–14.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 8 + 12 + 21

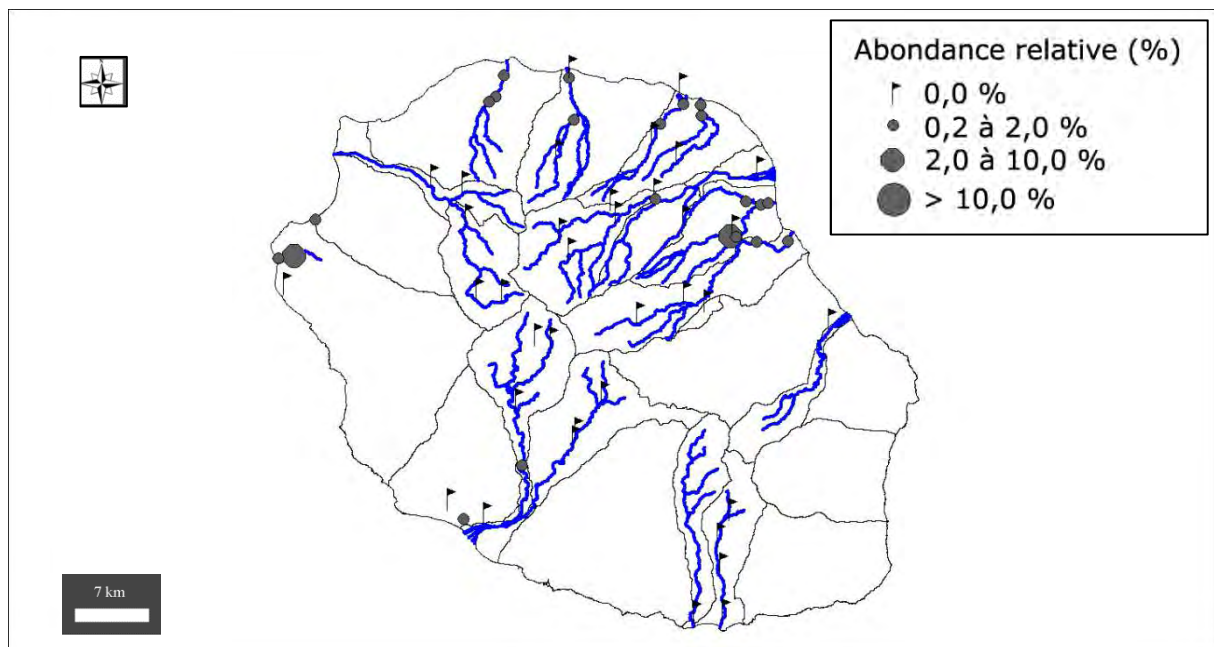
Taxon indicateur négatif IDR – valence d’altération (–1)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,03 (0,06). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,09 (0,96).
Taux de saturation en oxygène (%) : 93,8 (9,0). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,12 (0,22).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,08 (0,43). Phosphore total (mg(P)) : 0,07 (0,08). Calcium
(mg(Ca)/L) : 10,00 (5,03). Chlorures (mg(Cl)/L) : 9,34 (9,05). Conductivité (µS/cm) : 151,5
(114,4). pH (unité pH) : 7,9 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 3,87 (10,26). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 5,29 (2,10).

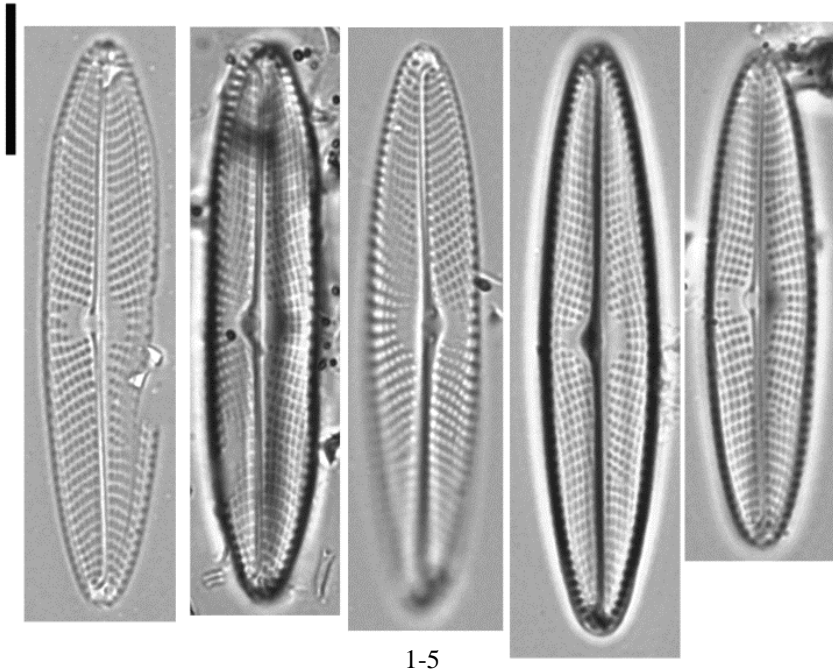
Distribution

Occurrence : 60. Abondance relative maximale (%) : 5,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,93.



Planches



Microscopie photonique. *Navicula escambia* 1–5 Vues valvaires. 1 La Rivière Saint–Denis au pont Vihn San – Octobre 2009, 2 La Rivière Saint–Denis à l'aplomb d'Ilet à Guillaume – Mai 2009, 3 La Rivière Saint–Denis (amont captage AEP) – Mai 2010, 4 La Ravine du Cimetière à Saint–Paul – Mai 2009, 5 Le Bras Panon aux Avocats – Avril 2010.



Microscopie électronique. *Navicula escambia* 1 vue externe, valve. 2 vue externe, détail. 3–4 vue interne, valve. 1–5 *Le Bras Panon aux Avocats* – Avril 2010.

***Navicula gregaria* Donkin 1861 [NGRE] ***

Synonyme : *Schizonema gregarium* (Donkin) Kuntze 1898

Morphométrie : longueur (μm) : 15,0–27,0 ; largeur (μm) : 5,0–7,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 16–20.

Préférences écologiques

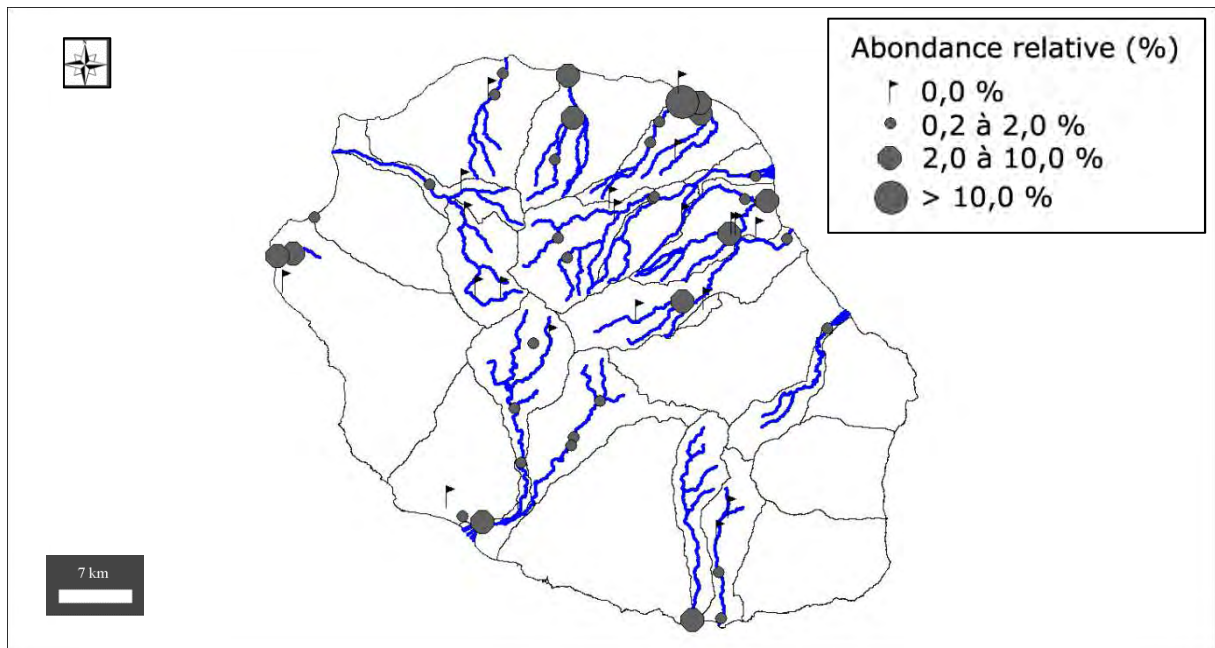
IndVal « Multipattern » : 7 + 8 + 12 + 19 + 21

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,03). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,00 (0,80).
Taux de saturation en oxygène (%) : 96,0 (9,9). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,09 (0,07).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,93 (0,46). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,03). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 9,71 (3,92). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 7,52 (5,93). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 126,9
(62,4). pH (unité pH) : 7,8 (0,5). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 3,19 (6,95). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 5,21 (1,88).

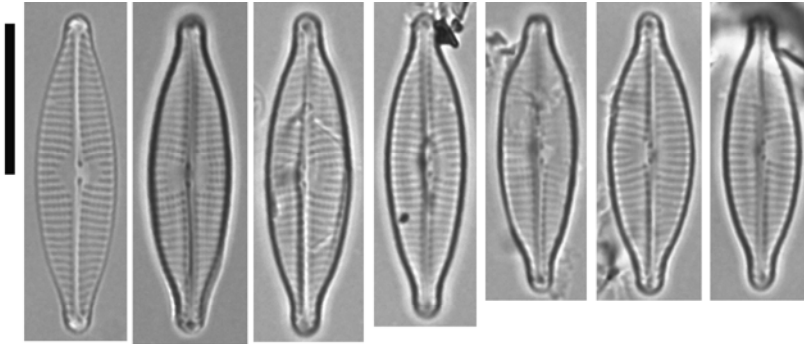
Distribution

Occurrence : 102. Abondance relative maximale (%) : 16,0.

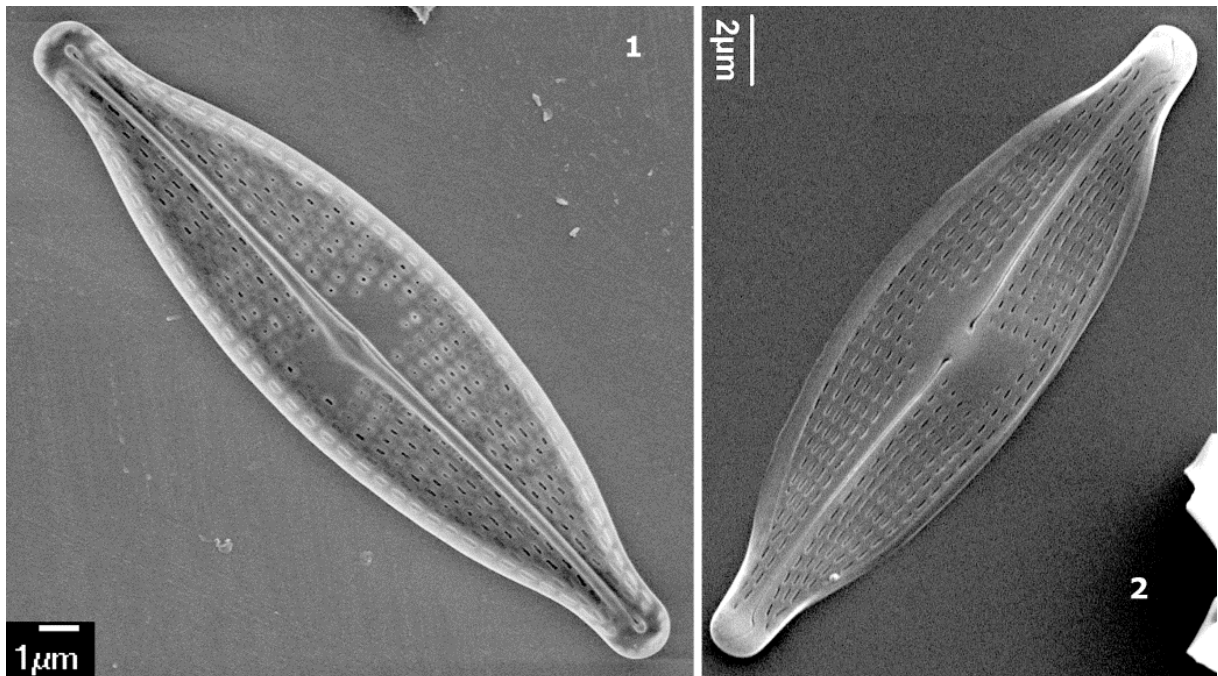
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,46.



Planches



Microscopie photonique. *Navicula gregaria* 1–7 Vues valvaires. 1–7 La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français – Octobre 2010.



Microscopie électronique. *Navicula gregaria* 1– Vue valvaire, vue interne. 2– vue valvaire, vue externe. 1–2 La Grande Rivière Saint-Jean aval Quartier Français – Octobre 2010.

***Navicula notha* Wallace 1960 [NNOT] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 19,0–28,2 ; largeur (μm) : 4,0–5,3 ;
nombre de stries en 10 μm : 15–17.

Préférences écologiques

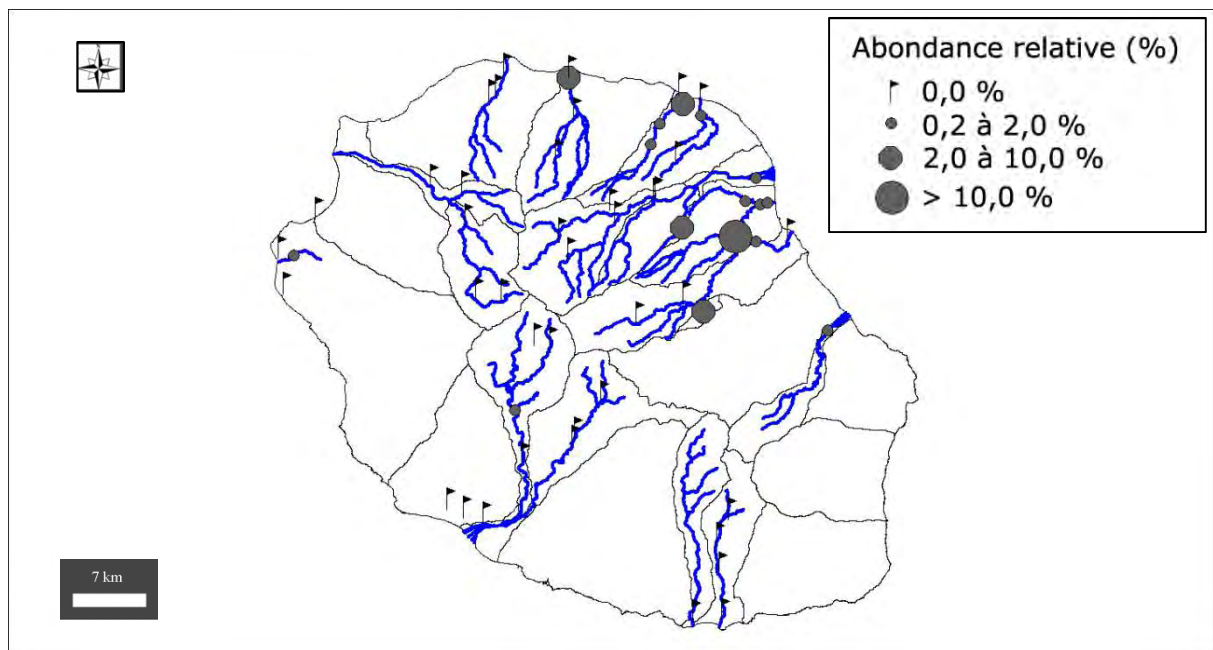
IndVal « Multipattern » : 16 + 20

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 2,00 (1,69).
Taux de saturation en oxygène (%) : 98,6 (9,3). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,03).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,13 (0,59). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,08). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 5,42 (4,29). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 4,94 (3,57). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 75,6
(60,4). pH (unité pH) : 7,6 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 1,97 (5,72). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 3,09 (2,37).

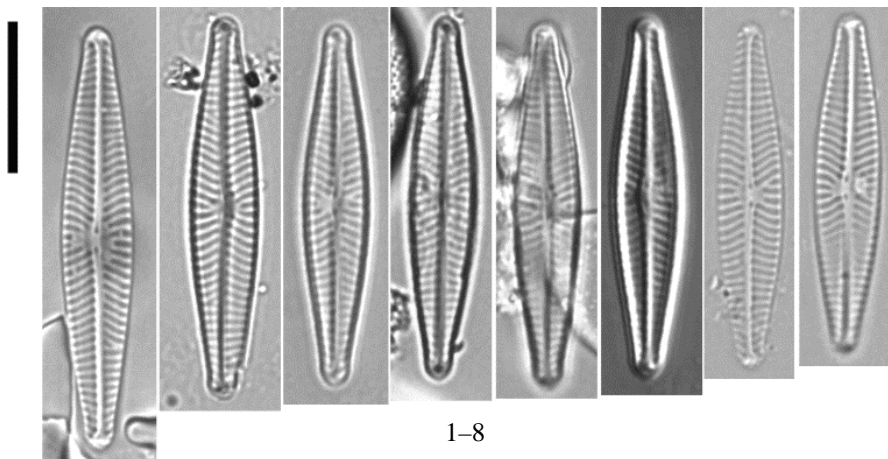
Distribution

Occurrence : 34. Abondance relative maximale (%) : 17,4.

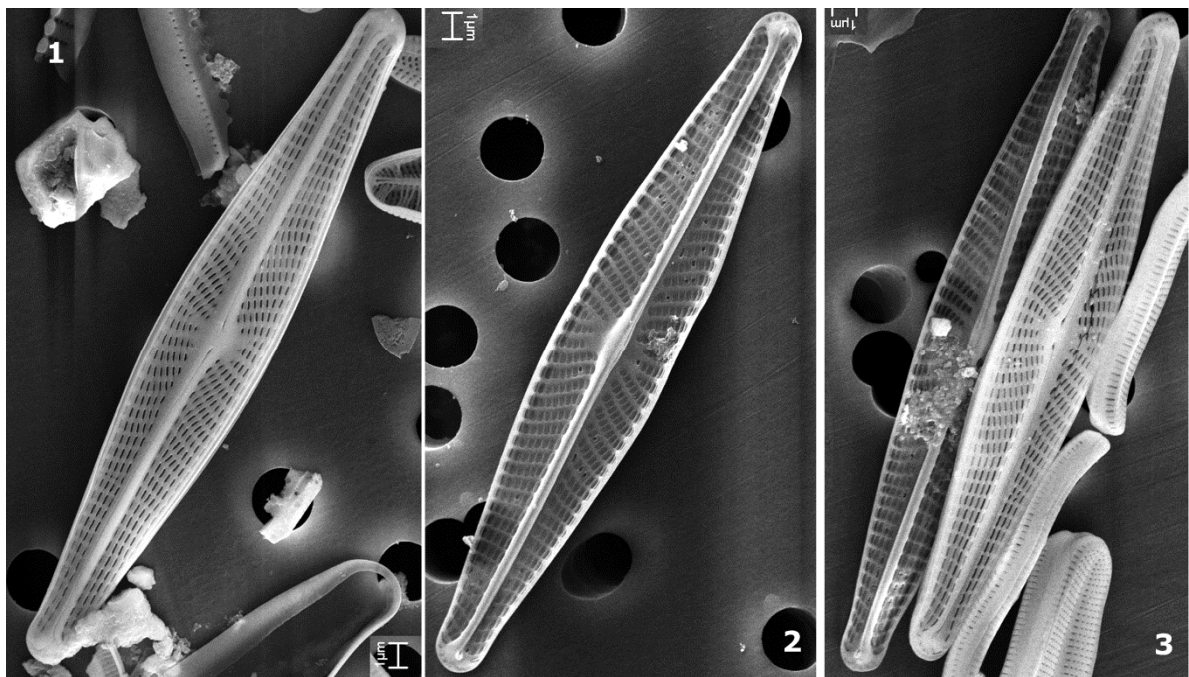
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,75.



Planches



Microscopie photonique. *Navicula notha* 1-8 Vues valvaires. 1-8 Le Grand Bras à l'Olympe (amont confluence Rivière des Roches) – Avril 2010.



Microscopie électronique. *Navicula notha* 1- Vue valvaire, vue externe. 2- vue valvaire, vue interne. 3- Vues valvaires, vue interne et externe. 1-3 Le Grand Bras à l'Olympe (amont confluence Rivière des Roches) – Avril 2010.

***Navicula quasidisjuncta* Rumrich & Lange-Bertalot in Rumrich, Lange-Bertalot, & Rumrich 2000 [NQDJ]**

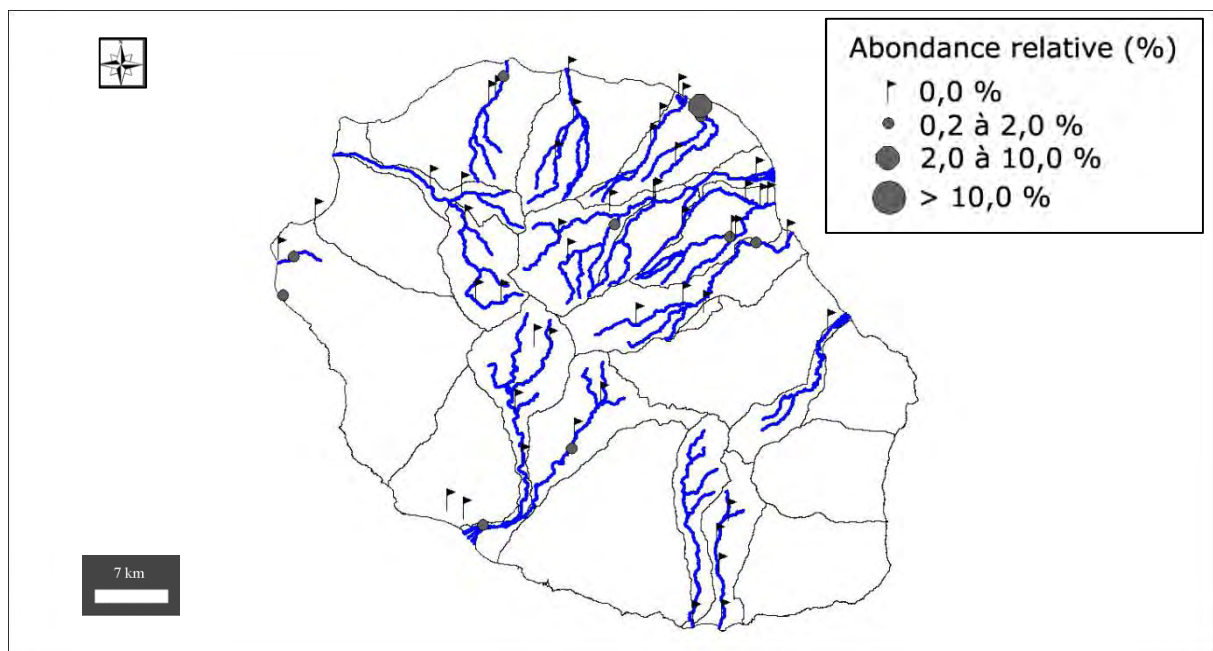
Morphométrie : longueur (μm) : 20,0–25,0 ; largeur (μm) : 5,2–7,1 ;
nombre de stries en 10 μm : 12–16.

Préférences écologiques

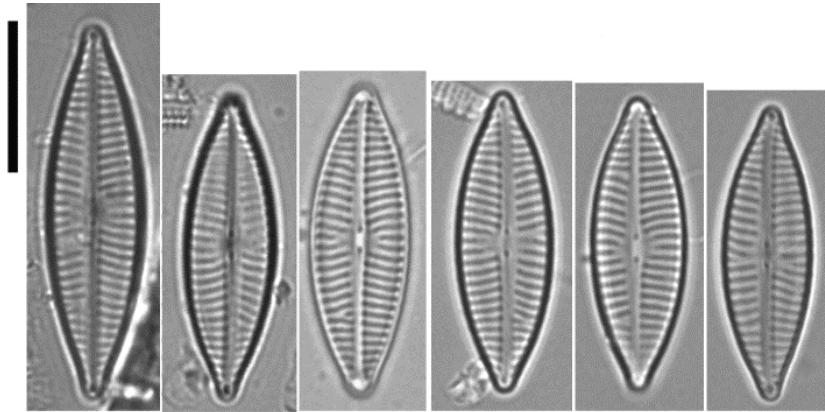
Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,14 (0,80). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,60 (1,10). Taux de saturation en oxygène (%) : 88,3 (14,7). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,11 (0,52). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,31 (0,70). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,09 (0,20). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 9,91 (3,55). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 13,81 (42,53). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 152,4 (187,6). pH (unité pH) : 7,5 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 3,27 (8,28). Titre alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 5,07 (1,96).

Distribution

Occurrence : 19. Abondance relative maximale (%) : 7,8.
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,56.

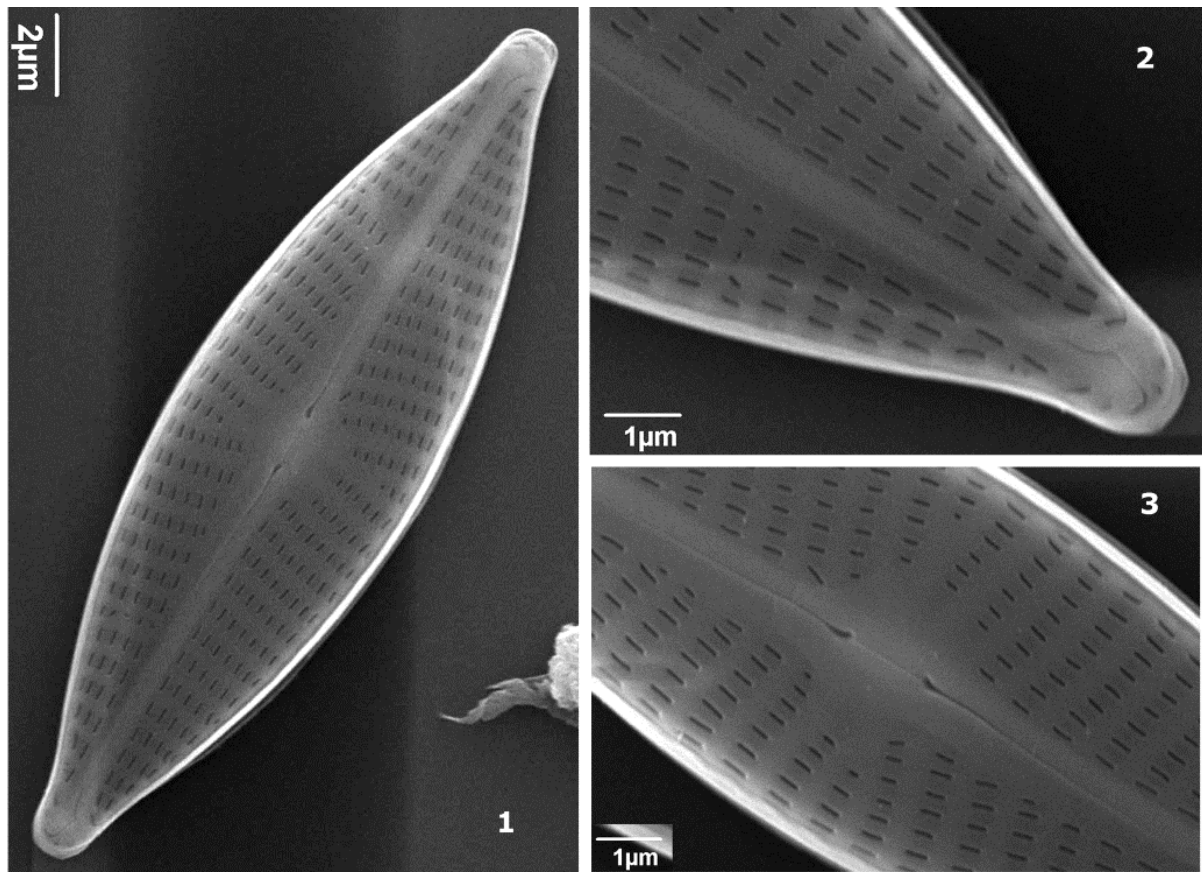


Planches



1-6

Microscopie photonique. *Navicula quasidisjuncta* 1-6 Vues valvaires. 1-6 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Navicula quasidisjuncta* 1- Vue valvaire, vue externe. 2- Vue externe, détail, partie distale. 3- vue externe, aire centrale. 1-3 La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Novembre 2008.

***Navicula ranomafanensis* (Manguin) Metzeltin & Lange-Bertalot 2002 [NRAN]**

Basionyme : *Navicula vulpina* var. *ranomafanensis* Manguin 1952

Synonyme : *Navicula vulpina* var. *ranomafanensis* Manguin 1952

Morphométrie : longueur (μm) : 60,0–90,0 ; largeur (μm) : 9,0–10,5 ;
nombre de stries en 10 μm : 10–12.

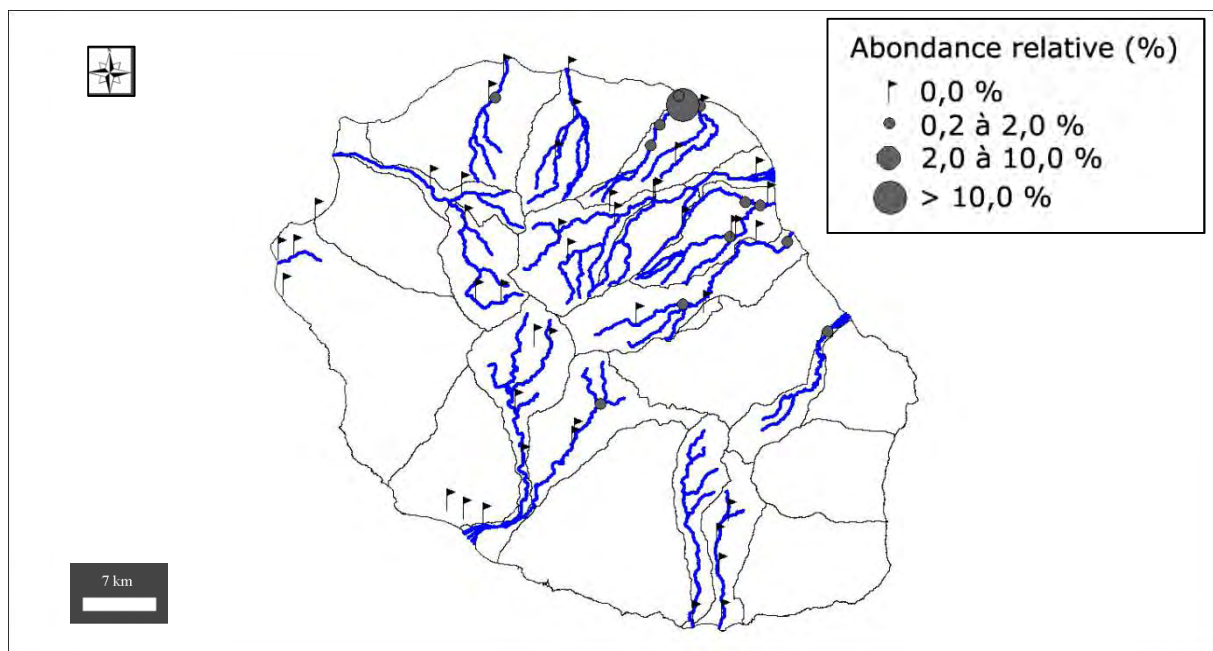
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,08 (0,58). Taux de saturation en oxygène (%) : 82,9 (12,7). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,02). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,17 (0,52). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,02). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 6,75 (3,81). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 15,84 (114,47). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 116,1 (403,7). pH (unité pH) : 7,4 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 2,39 (15,62). Titre alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 3,81 (1,44).

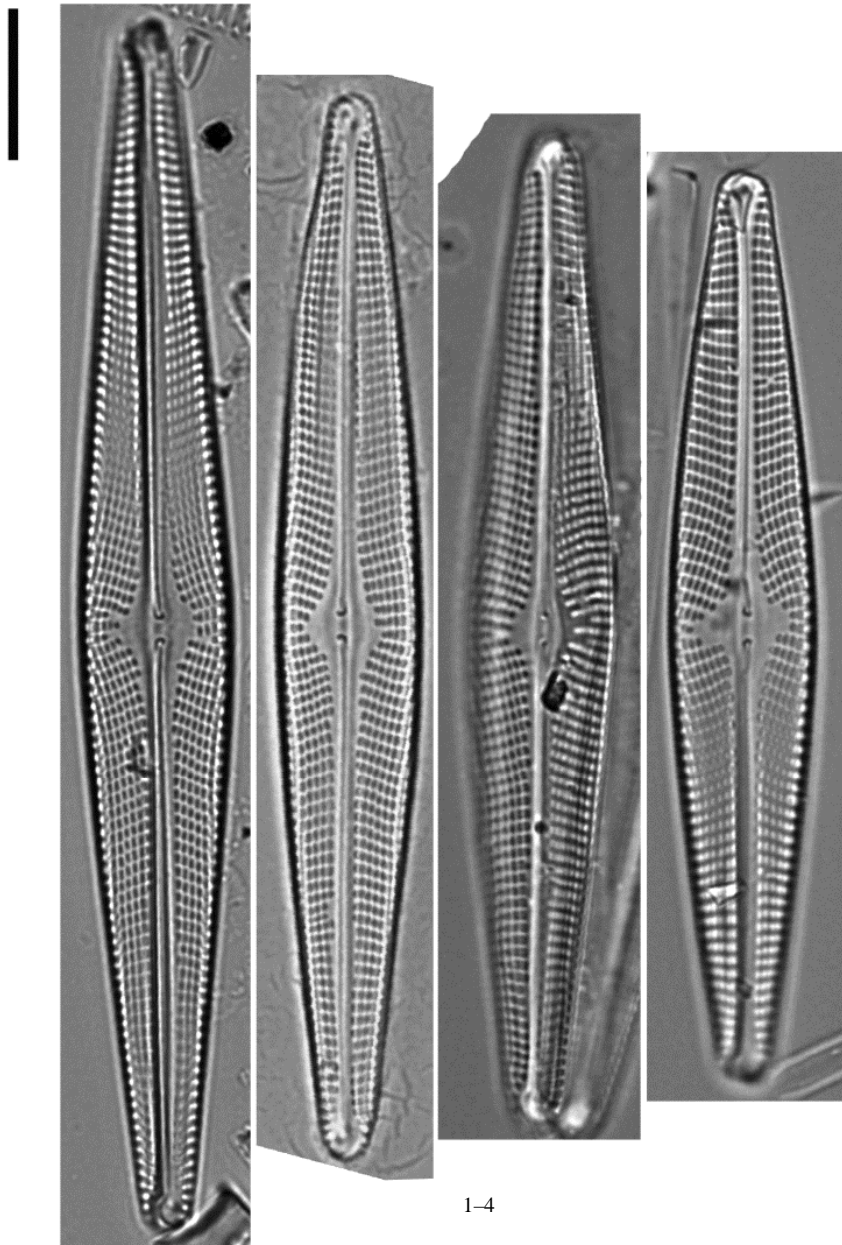
Distribution

Occurrence : 25. Abondance relative maximale (%) : 14,4.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,12.



Planche



1-4

Microscopie photonique. *Navicula ranomafanensis* 1-4 Vues valvaires. 1- *La Grande Rivière Saint-Jean à Bois Rouge – Mai 2009*, 2- *La Rivière Sainte-Suzanne aux Cascades (radier Niagara) – Avril 2009*, 3- *Le Bras Panon aux Avocats – Avril 2009*, 4- *Le Bras de Sainte-Suzanne à Grand Bassin (600 m amont cascade) – Décembre 2008*.

***Navicula salinicola* Hustedt 1939 [NSLC] ***

Morphométrie : longueur (µm) : 12–23 ; largeur (µm) : 3–4 ;
nombre de stries en 10 µm : 14–18.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 11 + 12

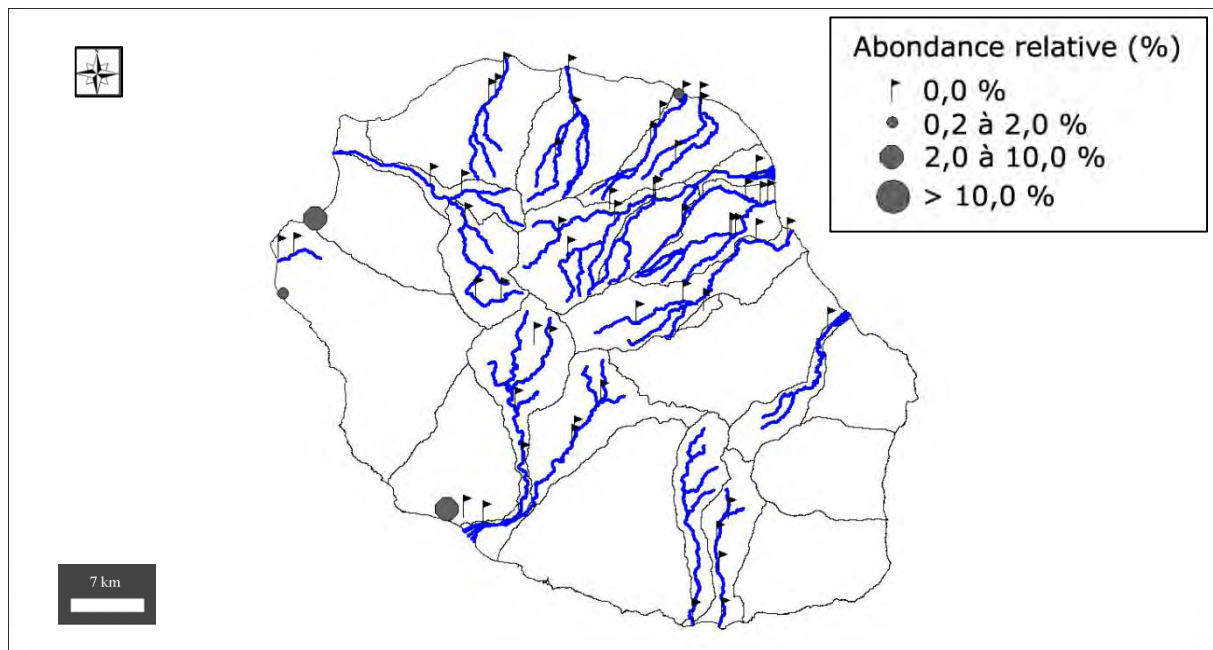
Taxon halin IDR

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,45 (1,41). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 5,17 (6,45). Taux de saturation en oxygène (%) : 67,3 (23,4). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 1,32 (2,22). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,60 (1,55). Phosphore total (mg(P)) : 0,50 (0,61). Calcium (mg(Ca)/L) : 26,81 (10,68). Chlorures (mg(Cl)/L) : 151,78 (294,66). Conductivité (µS/cm) : 1008,0 (1022,4). pH (unité pH) : 7,6 (0,2). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 40,63 (41,36). Titre alcalimétrique complet (°f) : 21,95 (18,43).

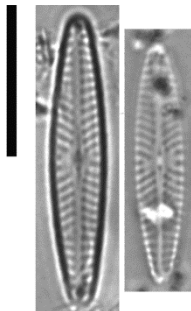
Distribution

Occurrence : 7. Abondance relative maximale (%) : 4,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,69.



Planche



1–2

Microscopie photonique. *Navicula salinicola* 1–2 Vues valvaires. 1–2 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Octobre 2011.

***Navicula sp. n°2* [NAS2] ***

Morphométrie : longueur (µm) : 22,5–25,0 ; largeur (µm) : 4,9–5,1 ;
nombre de stries en 10 µm : 14–17.

Préférences écologiques

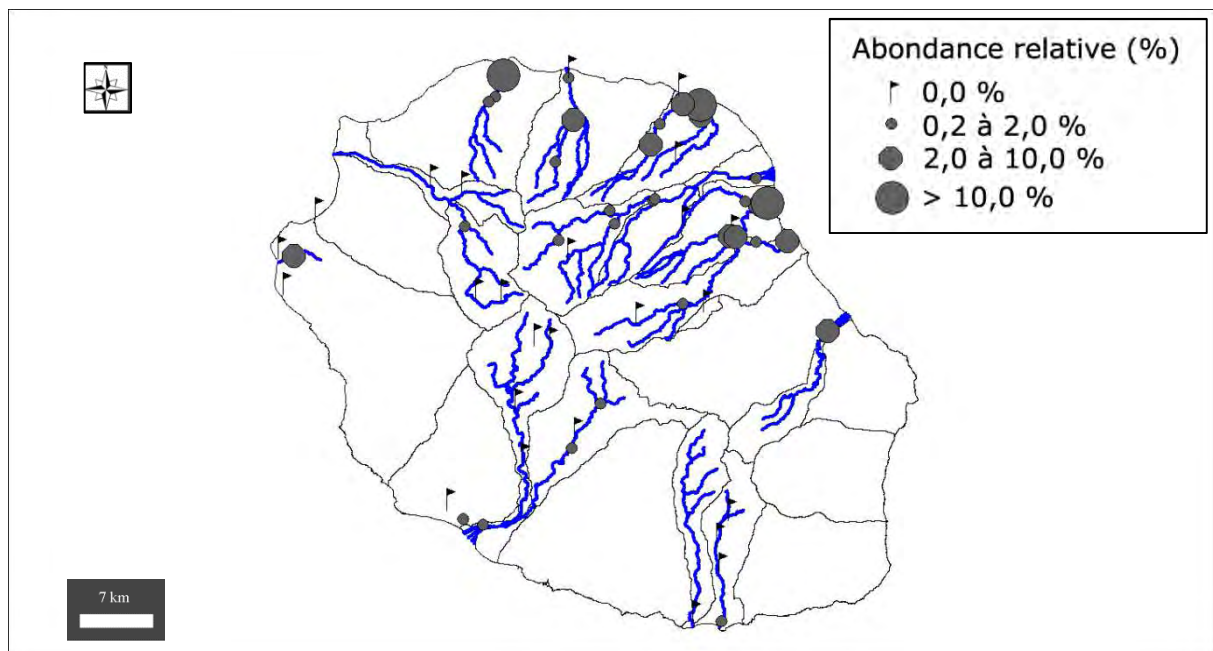
IndVal « Multipattern » : 8 + 19 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,02 (0,02). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,76 (1,55).
Taux de saturation en oxygène (%) : 92,7 (11,5). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,06 (0,05).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,11 (0,31). Phosphore total (mg(P)) : 0,06 (0,04). Calcium
(mg(Ca)/L) : 8,39 (3,48). Chlorures (mg(Cl)/L) : 6,63 (3,20). Conductivité (µS/cm) : 117,2
(46,0). pH (unité pH) : 7,6 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 2,14 (2,82). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 4,66 (1,83).

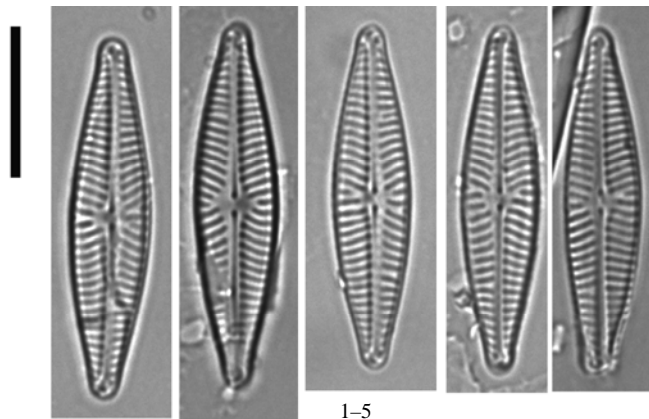
Distribution

Occurrence : 63. Abondance relative maximale (%) : 19,4.

Moyenne des fréquences d'apparition : 2,43.



Planche



Microscopie photonique. *Navicula sp. n°2* 1–5 Vues valvaires. 1–5 La Rivière Saint-Denis au pont Vihn San – Avril 2009.

Navicula sp. n°3 [NAS3] *

Morphométrie : longueur (µm) : 28–52 ; largeur (µm) : 6,5–8 ;
nombre de stries en 10 µm : 10–14.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 12

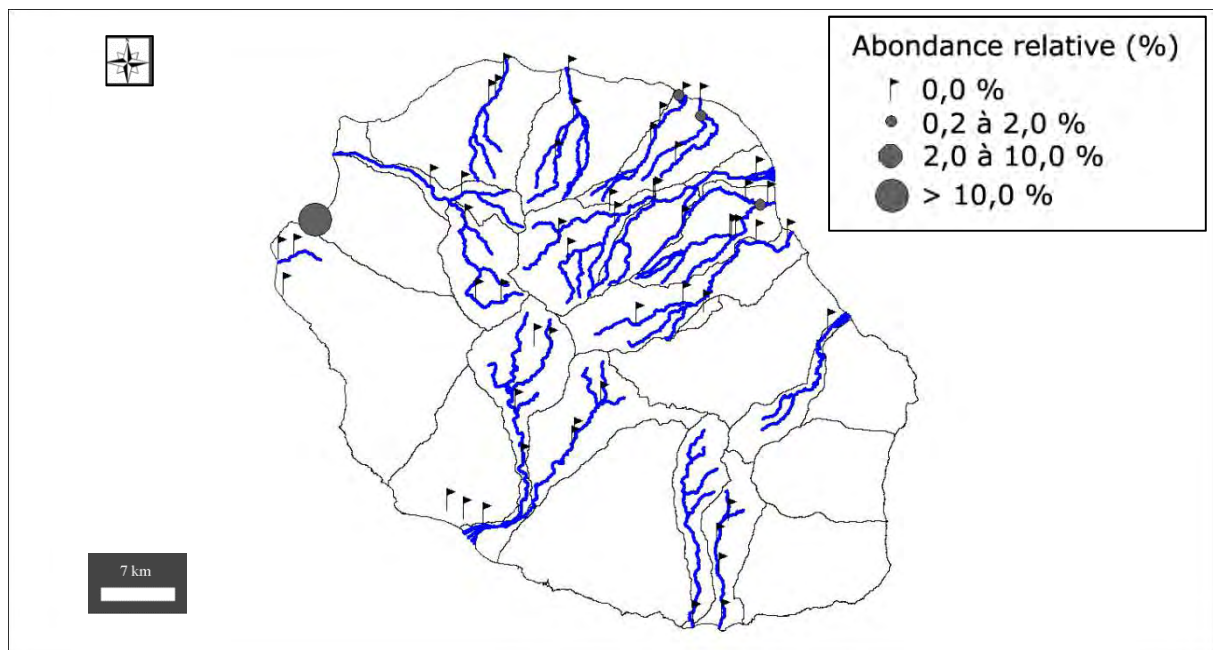
Taxon indicateur négatif IDR – valence d’altération (–3)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,46 (0,42). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,95 (0,88).
Taux de saturation en oxygène (%) : 76,4 (14,6). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 2,24 (2,06).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,06 (0,51). Phosphore total (mg(P)) : 0,80 (0,73). Calcium
(mg(Ca)/L) : 17,29 (2,66). Chlorures (mg(Cl)/L) : 48,22 (107,05). Conductivité (µS/cm) :
465,4 (367,0). pH (unité pH) : 7,4 (0,1). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 16,38 (14,55). Titre
alcalimétrique complet (°f) : 9,74 (1,54).

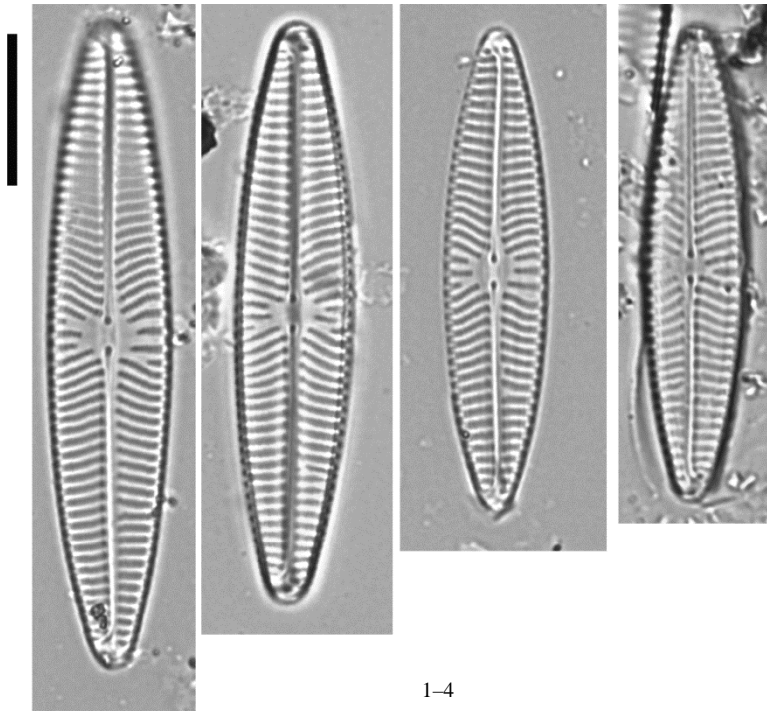
Distribution

Occurrence : 7. Abondance relative maximale (%) : 22,6.

Moyenne des fréquences d’apparition : 4,97.



Planche



Microscopie photonique. *Navicula sp. n°3* 1-4 Vues valvaires. 1-4 4 *La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Mai 2009.*

Navicula sp. n°8 [NAS8] *

Morphométrie : longueur (μm) : 23–42 ; largeur (μm) : 7–9 ;
nombre de stries en 10 μm : 11–15.

Préférences écologiques

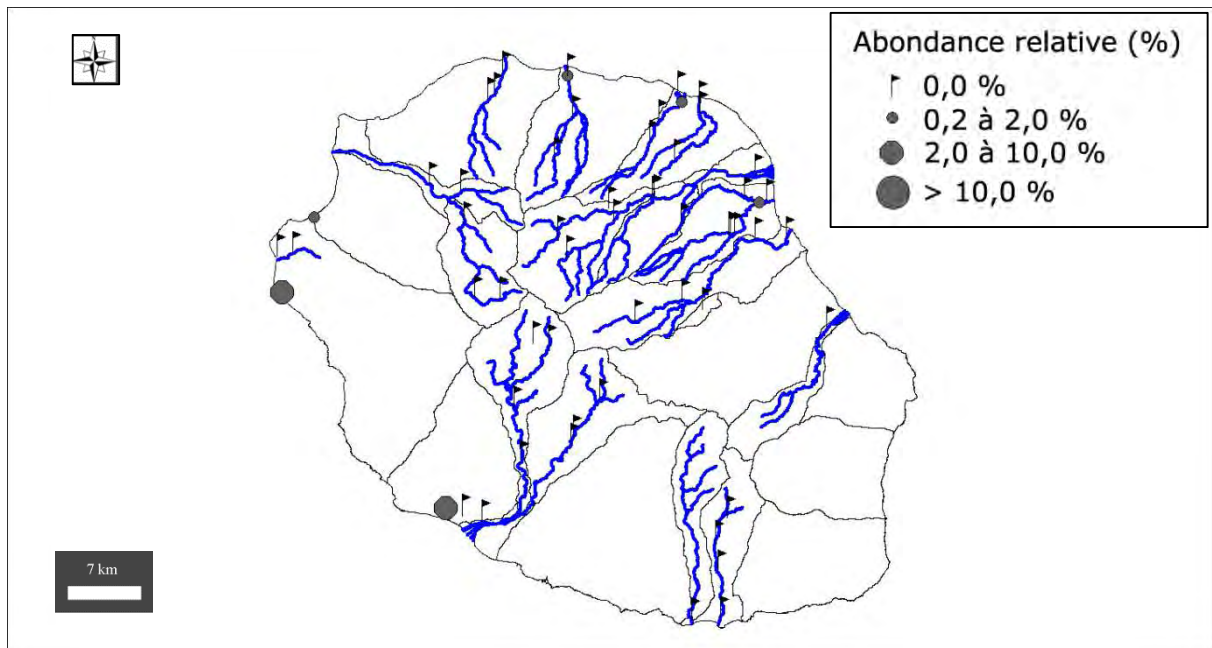
IndVal « Multipattern » : 11

Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

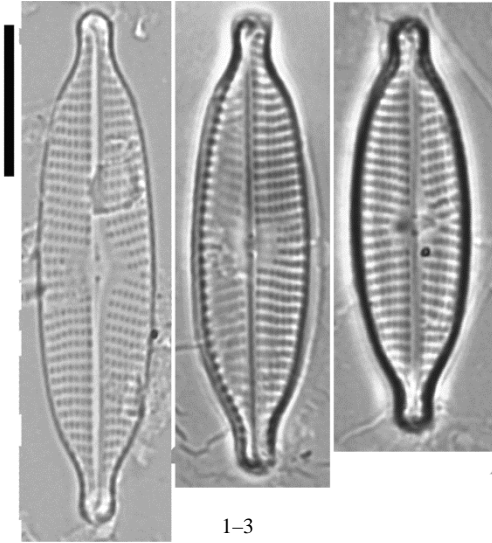
Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 1,74 (2,85). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 8,57 (8,39).
Taux de saturation en oxygène (%) : 56,1 (33,5). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 2,04 (2,42).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 3,13 (2,14). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,80 (0,78). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 26,27 (12,86). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 178,73 (185,06). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
1453,0 (2641,8). pH (unité pH) : 7,6 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 47,31 (37,01). Titre
alcalimétrique complet ($^{\circ}\text{f}$) : 24,08 (20,26).

Distribution

Occurrence : 14. Abondance relative maximale (%) : 2,2. Moyenne des fréquences
d'apparition : 1,00.



Planche



Microscopie photonique. *Navicula sp. n°8* 1-3 Vues valvaires. 1-3 *La Ravine de l'Ermitage*
à l'Ermitage – Octobre 2009.

***Navicula sp. n°15* [NXX5] ***

Morphométrie : longueur (µm) : 11–14 ; largeur (µm) : 3,4–9 ;
nombre de stries en 10 µm : 20–25.

Préférences écologiques

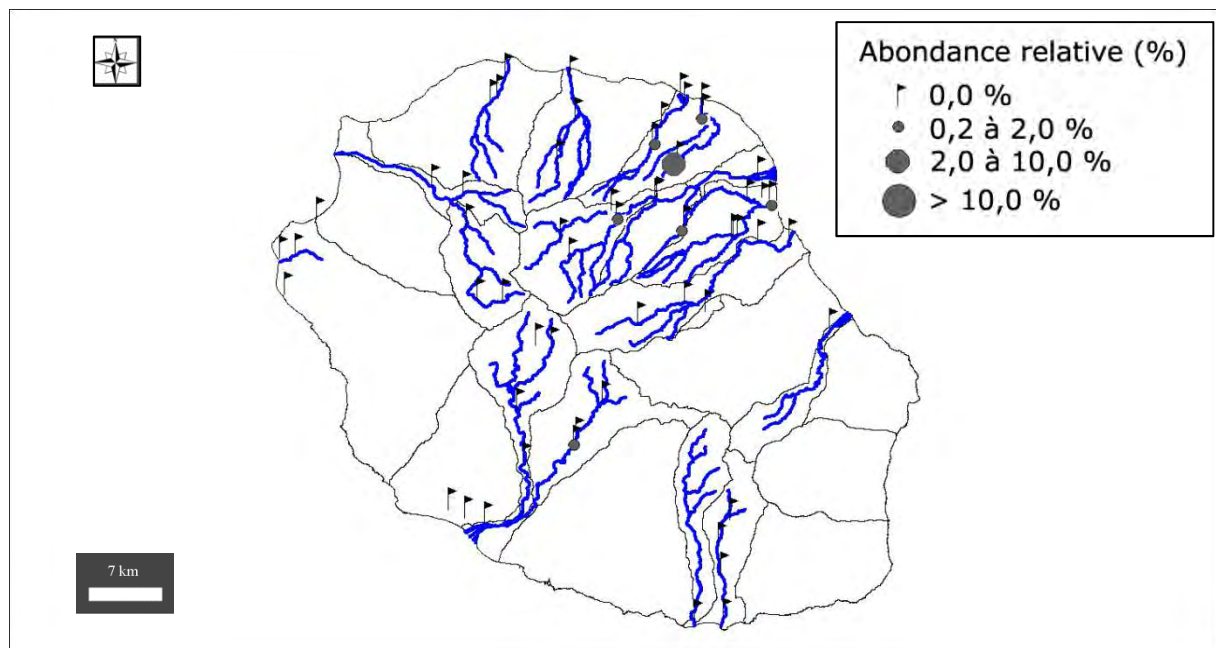
IndVal « Multipattern » : 20

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,29 (1,04).
Taux de saturation en oxygène (%) : 92,3 (13,4). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,03 (0,05).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,63 (0,55). Phosphore total (mg(P)) : 0,80 (0,78). Calcium
(mg(Ca)/L) : 4,94 (4,38). Chlorures (mg(Cl)/L) : 3,84 (2,21). Conductivité (µS/cm) : 60,9
(49,2). pH (unité pH) : 7,8 (0,3). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 1,05 (1,26). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 2,64 (2,56).

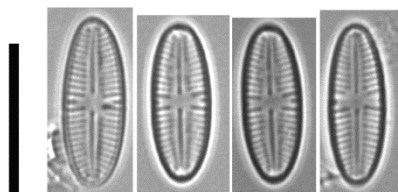
Distribution

Occurrence : 12. Abondance relative maximale (%) : 4,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,75.



Planche



1–4

Microscopie photonique. *Navicula sp. n°15* 1–4 Vues valvaires. 1–4 Le Grand Bras de la Grande Rivière Saint-Jean (captage AEP) – Novembre 2008.

***Navicula tripunctata* (Müller) Bory 1822–1831 [NTPT] ***

Basionyme : *Vibrio tripunctatus* Müller 1786

Synonyme : *Vibrio tripunctatus* Müller 1786

Morphométrie : longueur (µm) : 30,0–55,0 ; largeur (µm) : 6,0–8,5 ;
nombre de stries en 10 µm : 9–12.

Préférences écologiques

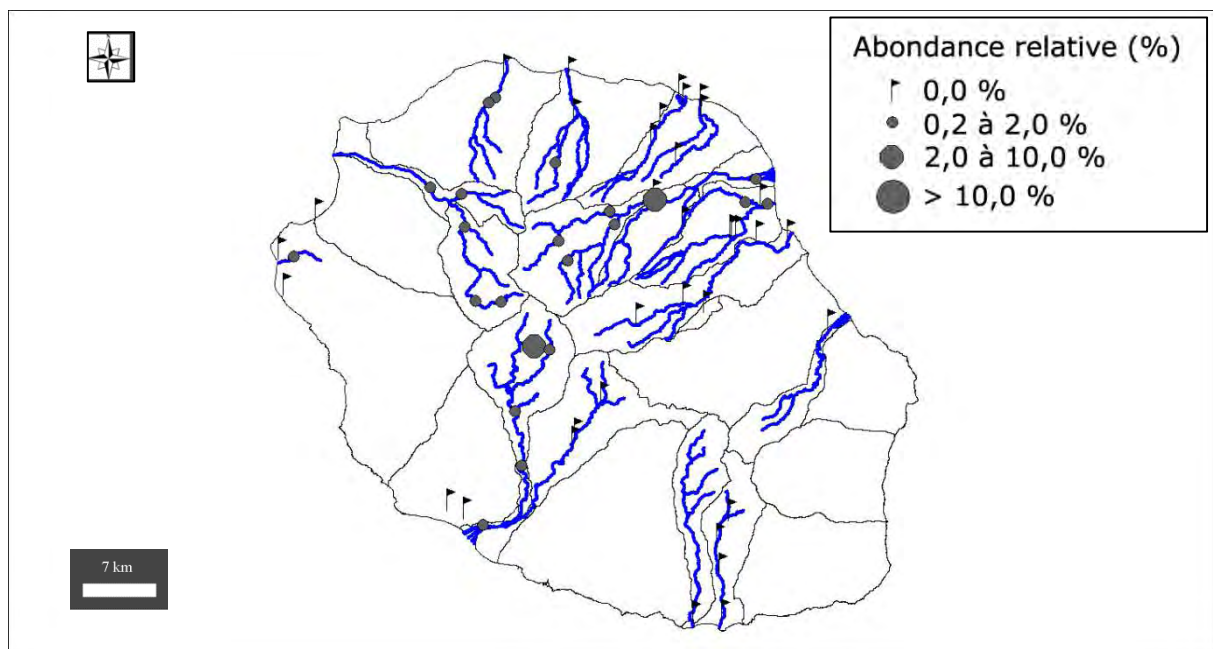
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 8

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,02 (0,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 0,91 (0,83).
Taux de saturation en oxygène (%) : 101,5 (15,8). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,06
(0,05). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,98 (0,67). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,03).
Calcium (mg(Ca)/L) : 18,57 (6,79). Chlorures (mg(Cl)/L) : 2,49 (1,93). Conductivité (µS/cm)
: 218,6 (68,8). pH (unité pH) : 8,5 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 10,65 (13,30). Titre
alcalimétrique complet (°f) : 10,08 (3,61).

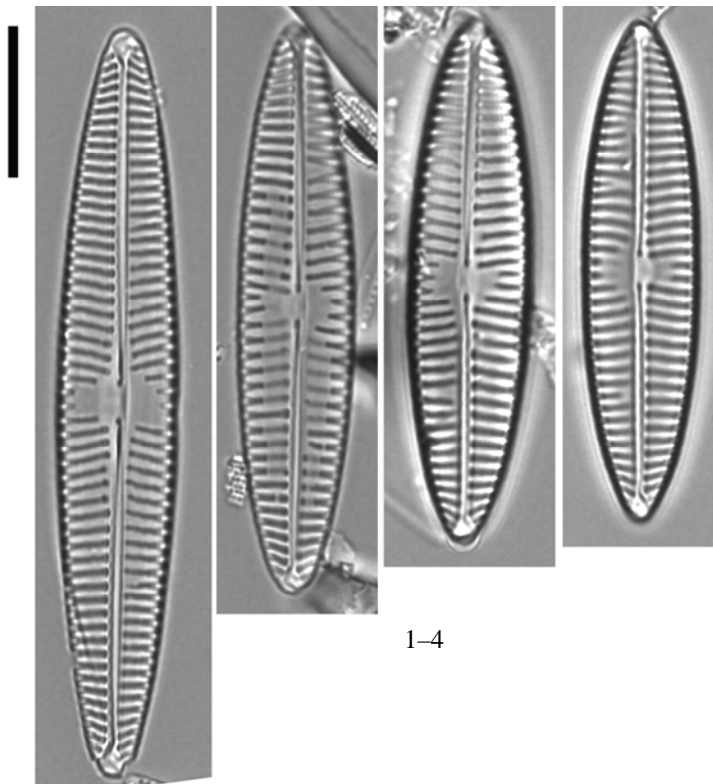
Distribution

Occurrence : 58. Abondance relative maximale (%) : 3,0.

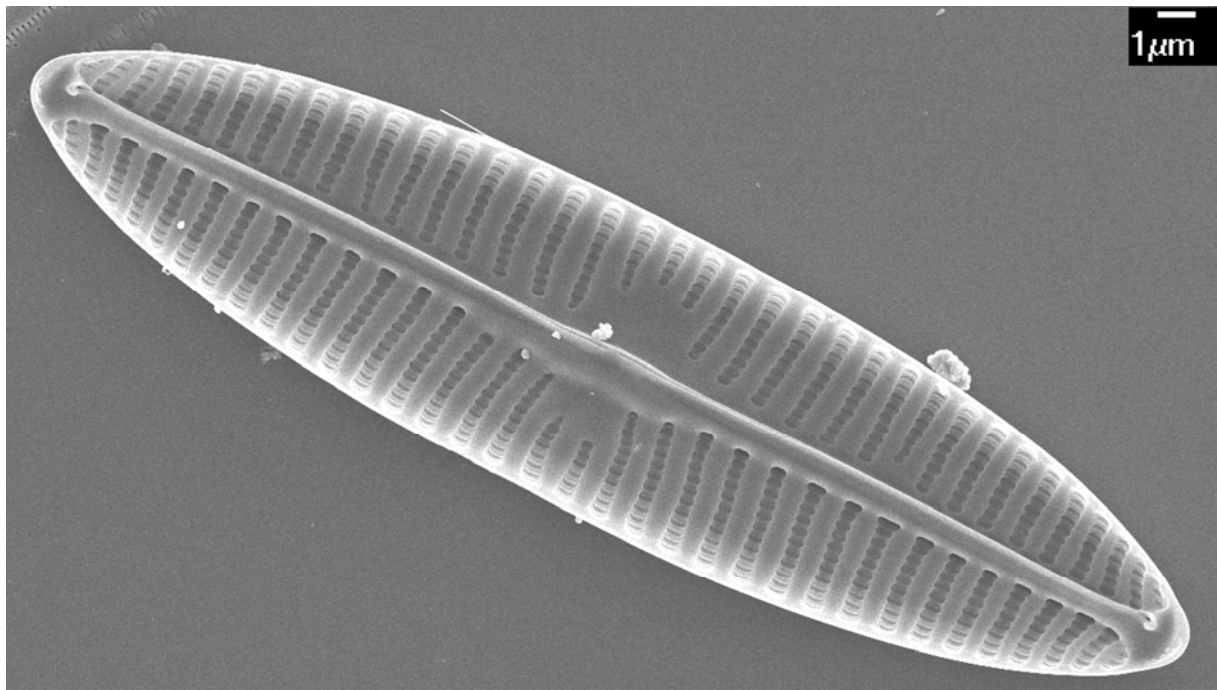
Moyenne des fréquences d'apparition : 0,78.



Planches



Microscopie photonique. *Navicula tripunctata* 1-4 Vues valvaires. 1-4 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2009.



Microscopie électronique. *Navicula tripunctata* 1- Vue valvaire, vue interne. 1 La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52 – Octobre 2009.

***Navicula vandamii* Schoeman & Archibald 1987 [NVDA] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 25,0–30,5 ; largeur (μm) : 4,7–7,5 ;
nombre de stries en 10 μm : 14–17.

Préférences écologiques

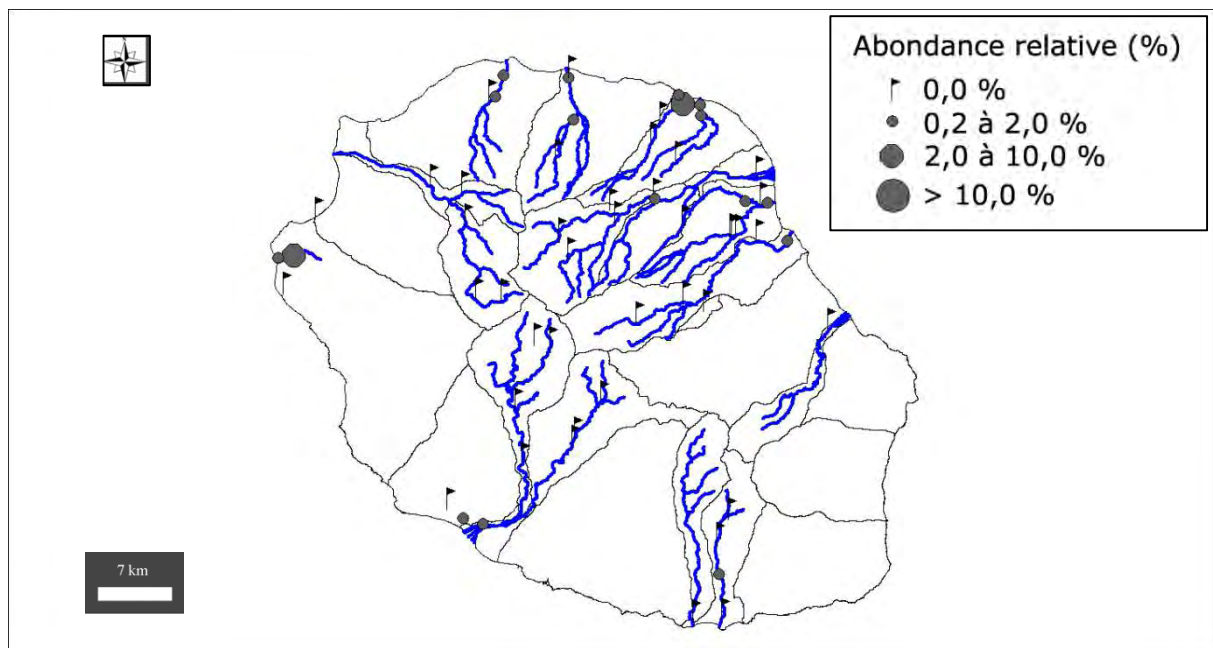
IndVal « Multipattern » : 8 + 21

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,02). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,20 (0,88).
Taux de saturation en oxygène (%) : 93,5 (9,9). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,08 (0,08).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 0,85 (0,55). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,02). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 10,99 (4,70). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 21,27 (113,78). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
186,2 (406,0). pH (unité pH) : 7,6 (0,6). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 5,11 (18,17). Titre
alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 5,84 (1,72).

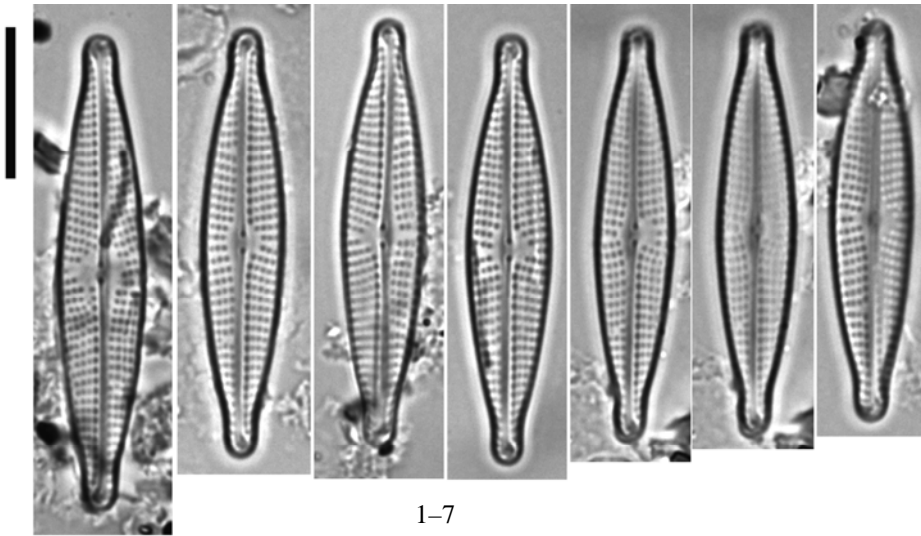
Distribution

Occurrence : 40. Abondance relative maximale (%) : 10,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,96.



Planche



Microscopie photonique. *Navicula vandamii* 1–7 Vues valvaires. 1–7 La Rivière Sainte–Suzanne aux Cascades (radier Niagara) – Octobre 2011.

***Navicula veneta* Kützing 1844 [NVEN]**

Synonymes : *Navicula cryptocephala* var. *veneta* (Kützing) Rabenhorst 1864, *Navicula cryptocephala* f. *veneta* (Kützing) Hustedt 1957

Morphométrie : longueur (μm) : 17,0–22,5 ; largeur (μm) : 4,0–5,2 ;
nombre de stries en 10 μm : 14–15.

Préférences écologiques

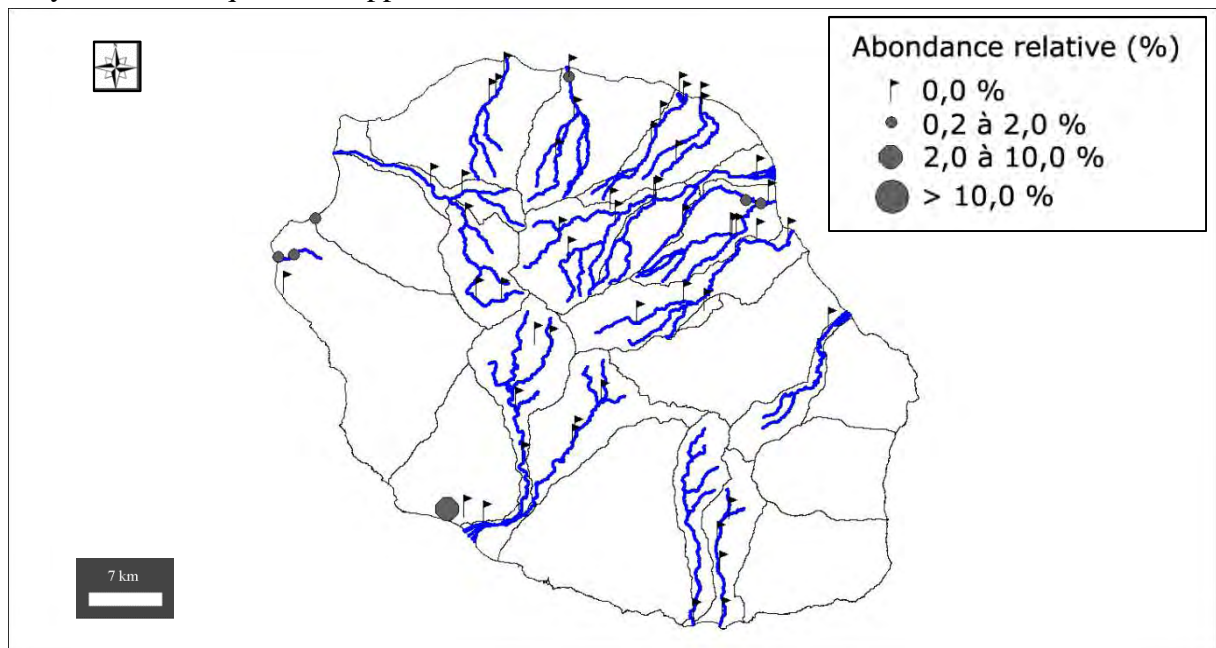
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,59 (0,59). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 15,92 (9,80). Taux de saturation en oxygène (%) : 46,2 (23,0). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 1,65 (0,85). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 3,01 (1,44). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,69 (0,29). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 31,62 (9,50). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 134,85 (63,14). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 1260,0 (492,9). pH (unité pH) : 7,8 (0,2). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 59,40 (25,98). Titre alcalimétrique complet (°f) : 44,85 (18,97).

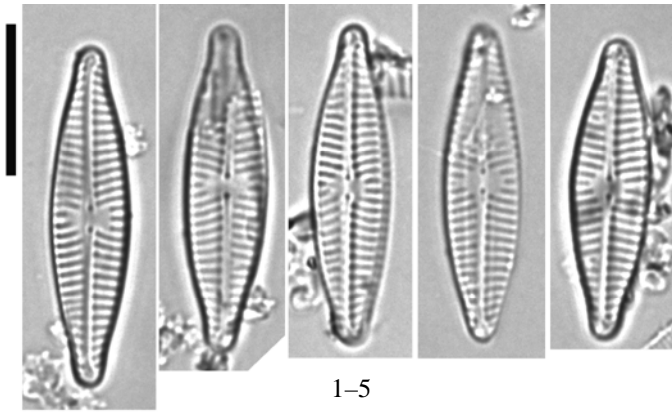
Distribution

Occurrence : 10. Abondance relative maximale (%) : 9,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,78.



Planche



Microscopie photonique. *Navicula veneta* 1–5 Vues valvaires. 1–5 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Octobre 2010.

Genre *Geissleria* Lange–Bertalot et Metzeltin 1996 [5]

Généritype : *Geissleria moseri* Metzeltin, Witkowski & Lange–Bertalot in Lange–Bertalot & Metzeltin 1996

Geissleria bourbonensis Le Cohu, Ten–Hage & Coste 2009 [GBBO] *

Morphométrie : longueur (µm) : 6,5–13,0 ; largeur (µm) : 4,0–6,0 ;
nombre de stries en 10 µm : 16–18.

Préférences écologiques

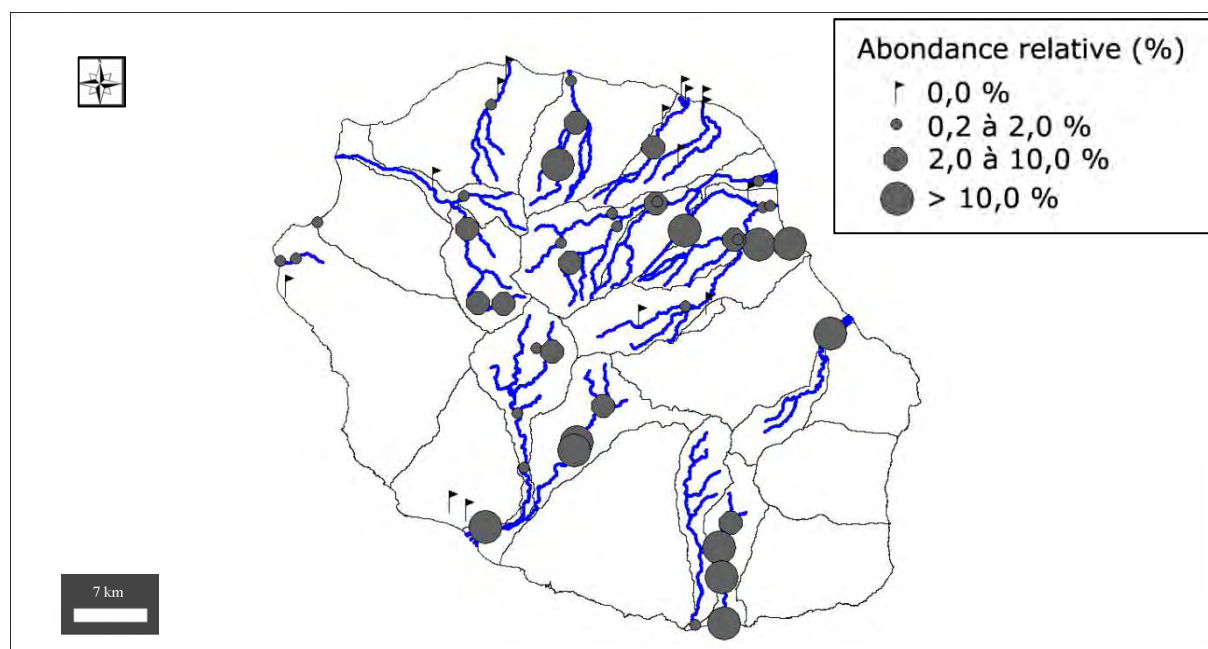
IndVal « Multipattern » : 7 + 8 + 19 + 20

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,01). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 0,77 (0,69).
Taux de saturation en oxygène (%) : 101,4 (9,9). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,11 (0,09).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,18 (0,34). Phosphore total (mg(P)) : 0,07 (0,05). Calcium
(mg(Ca)/L) : 6,93 (4,43). Chlorures (mg(Cl)/L) : 2,45 (1,14). Conductivité (µS/cm) : 98,2
(47,8). pH (unité pH) : 7,8 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 2,52 (5,09). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 4,52 (2,25).

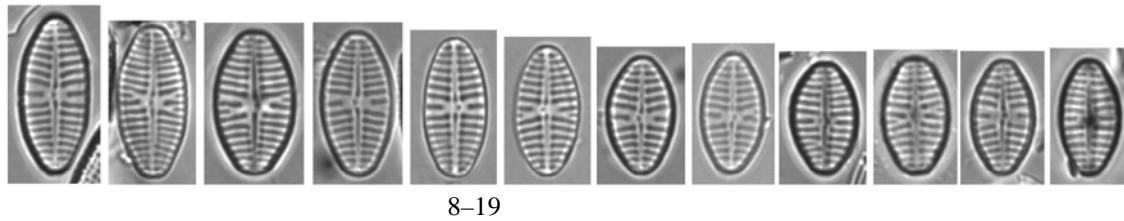
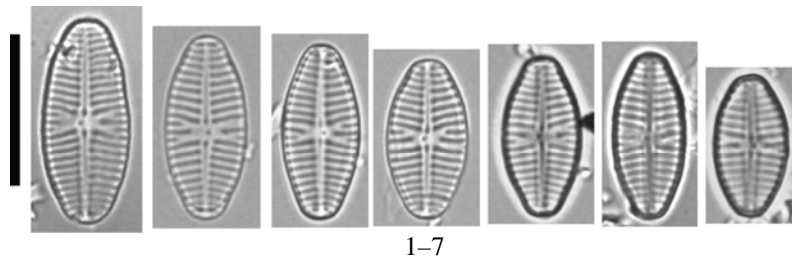
Distribution

Occurrence : 137. Abondance relative maximale (%) : 69,2.

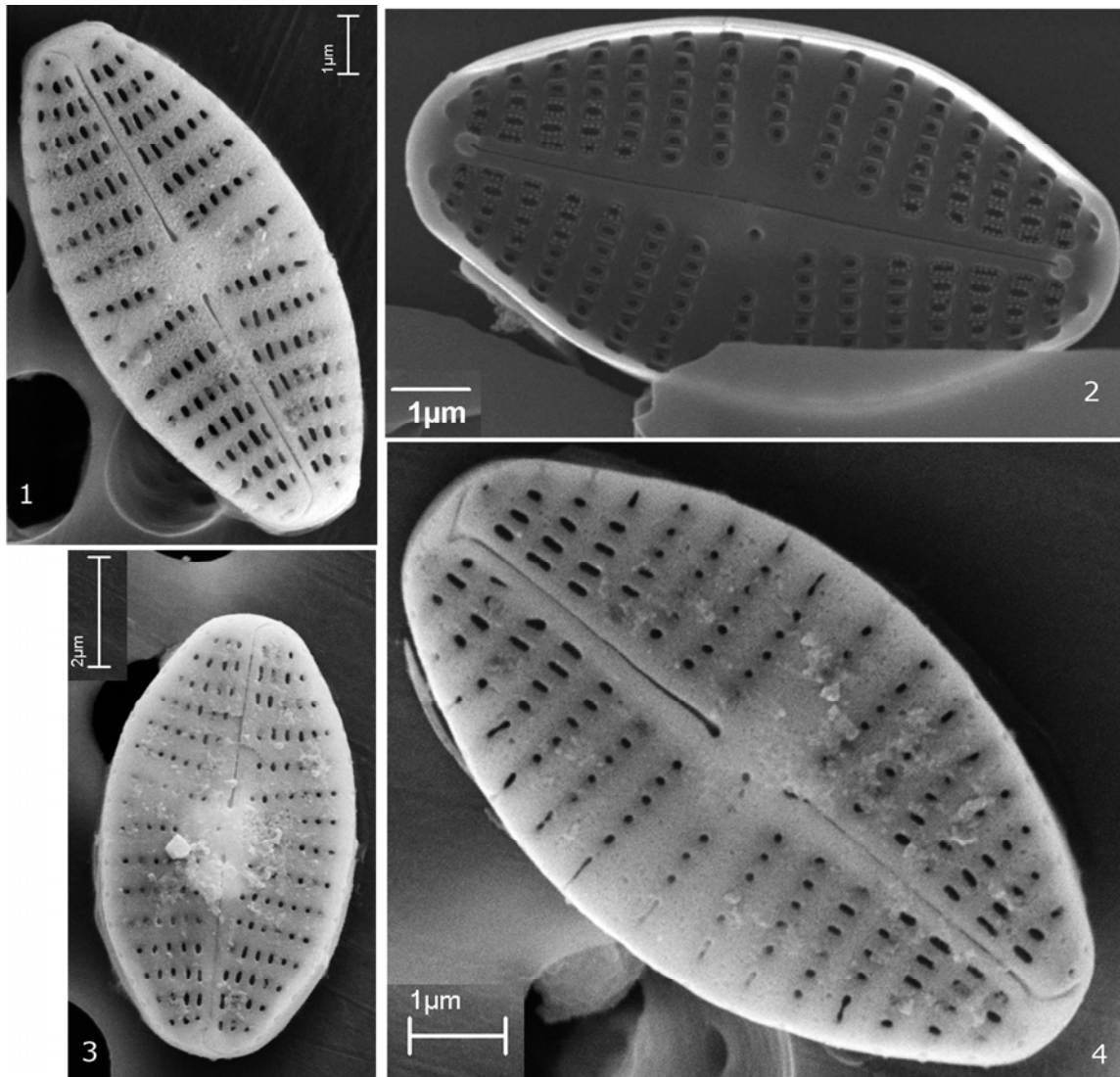
Moyenne des fréquences d'apparition : 4,95.



Planches



Microscopie photonique. *Geissleria bourbonensis* 1–19 Vues valvaires. 1–7 La Rivière de l'Est aval – Décembre 2008, 8–19 La Rivière des Marsouins à Bethléem – Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Geissleria bourbonensis* 1 vue externe, valve. 2 vue interne, valve. 3 vue externe, valve. 4 vue externe, valve. 1–4 La Rivière des Marsouins à Bethléem – Novembre 2008.

***Geissleria mascarenicensis* Le Cohu, Ten-Hage & Coste 2009 [GMAS] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 12,0–24,0 ; largeur (μm) : 5,0–6,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 16–17.

Préférences écologiques

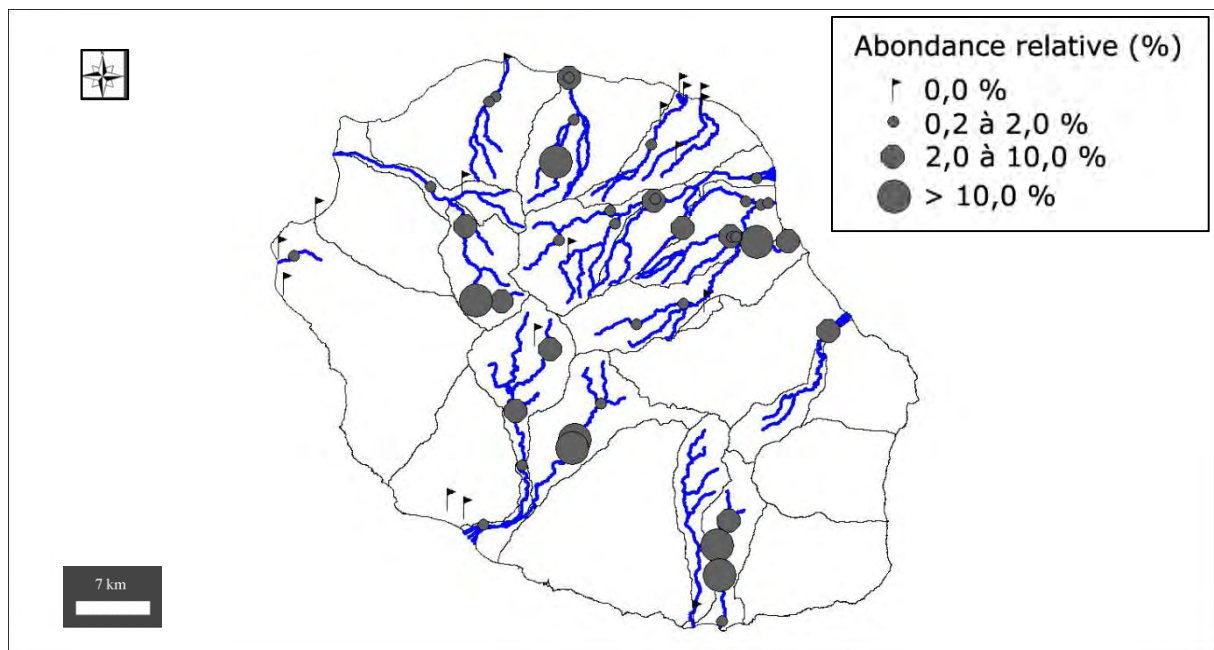
IndVal « Multipattern » : 4 + 8 + 16 + 19 + 20

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,01). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 0,98 (1,04).
Taux de saturation en oxygène (%) : 103,5 (13,6). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,10 (0,08).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,24 (0,32). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,03).
Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 7,54 (5,85). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 2,52 (1,42). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
100,2 (67,8). pH (unité pH) : 7,8 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 3,54 (8,84). Titre
alcalimétrique complet (°f) : 4,42 (2,93).

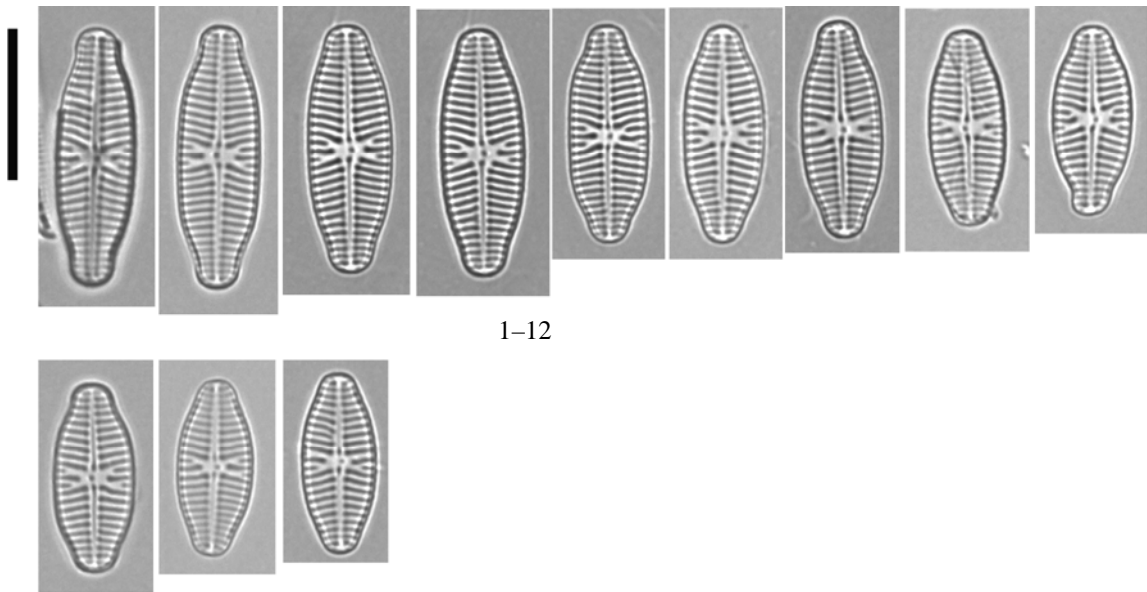
Distribution

Occurrence : 121. Abondance relative maximale (%) : 41,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 2,71.

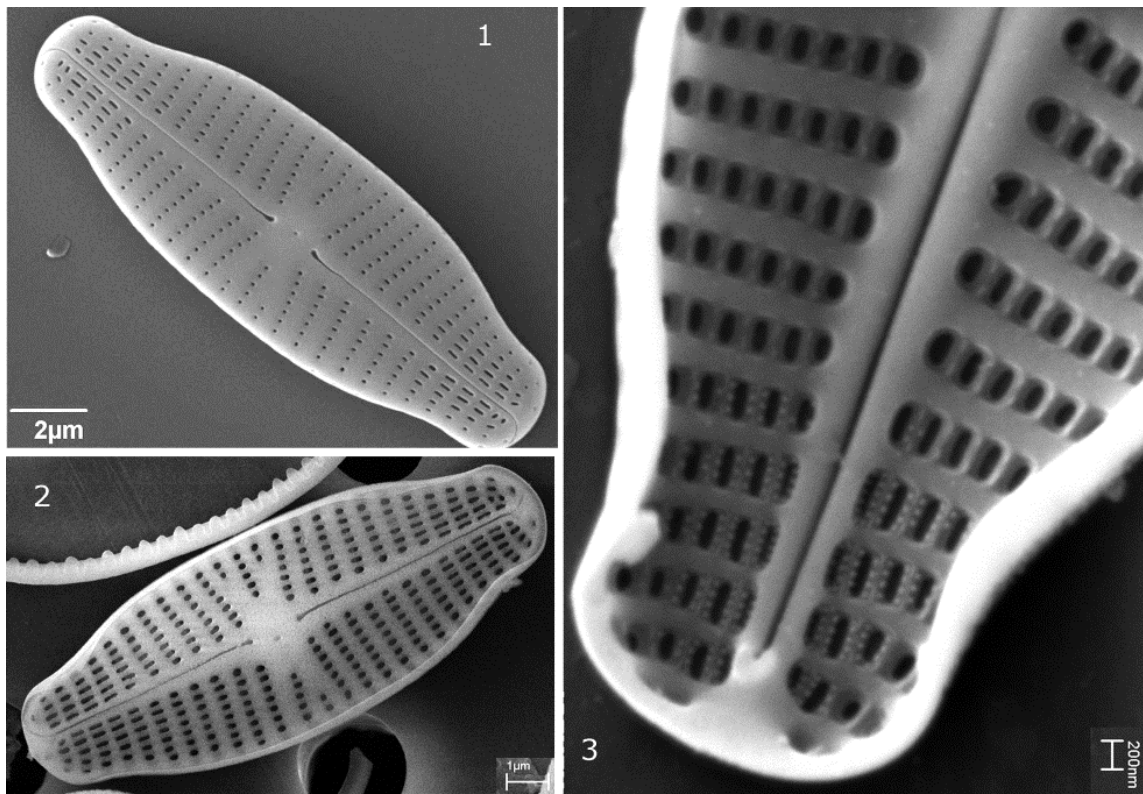


Planches



1-12

Microscopie photonique. *Geissleria mascarenicensis* 1-12 Vues valvaires. 1-12 La Rivière des Galets à Trois Roches Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Geissleria mascarenicensis* 1-2 vue externe, valve. 3 vue interne, détail partie distale. 1-3 La Rivière des Galets à Marla – Novembre 2008.

Famille **Stauroneidaceae** Mann in Round *et al.* 1990

Genre *Craticula* Grunow 1867 [3]

Généritype : *Craticula perrotettii* Grunow 1867

***Craticula submolesta* (Hustedt) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Metzeltin 1996 [CSBM] ***

Basionyme : *Navicula submolesta* Hustedt 1949

Synonyme : *Navicula submolesta* Hustedt 1949

Morphométrie : longueur (μm) : 12,1–20,2 ; largeur (μm) : 3–5,5 ;
nombre de stries en 10 μm : 22–26.

Préférences écologiques

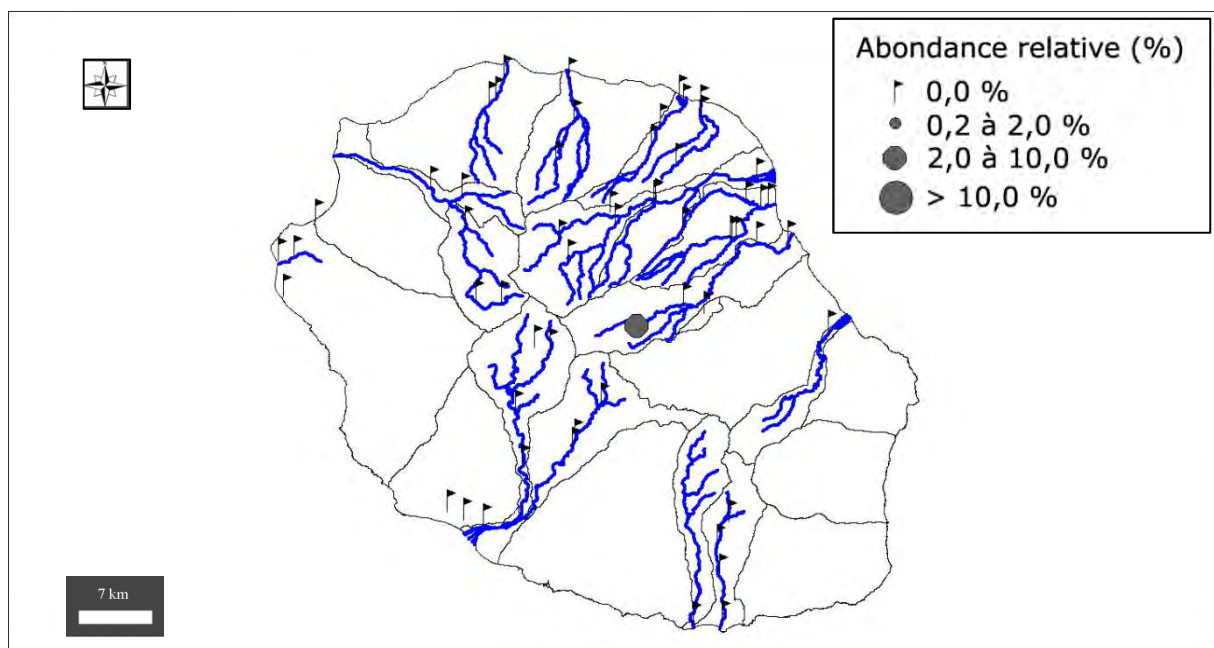
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 4,14 (0,98). Taux de saturation en oxygène (%) : 64,7 (32,1). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,02). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,81 (0,80). Phosphore total (mg(P)) : 0,13 (0,16). Calcium (mg(Ca)/L) : 0,25 (6,22). Chlorures (mg(Cl)/L) : 0,35 (45,47). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 7,9 (3,6). pH (unité pH) : 5,8 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,30 (15,23). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,33 (0,06).

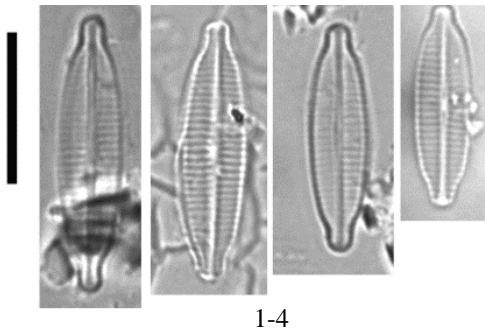
Distribution

Occurrence : 3. Abondance relative maximale (%) : 5,6.

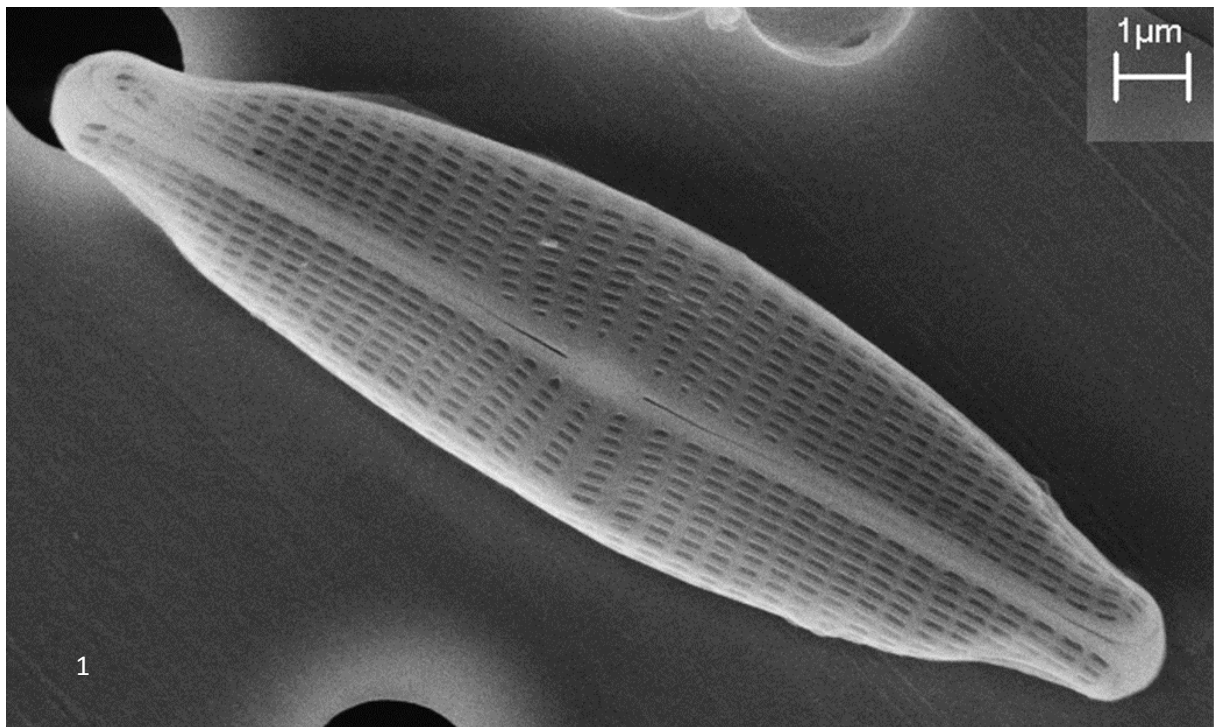
Moyenne des fréquences d'apparition : 4,20.



Planches



Microscopie photonique. *Craticula submolesta* 1-4 Vues valvaires. 1-4 La Rivière des Marsouins à Bébou – Mai 2009.



Microscopie électronique. *Craticula submolesta* 1 vue externe, valve. 1 La Rivière des Marsouins à Bébou – Mai 2009.

Ordre **Thalassiophysales** Mann in Round *et al.* 1990

Famille **Catenulaceae** Mereschkowsky 1902

Genre ***Amphora sensu stricto*** Ehrenberg ex Kützing 1844 [4]

Généritype : *Amphora ovalis* (Ehrenberg) Kützing 1844

***Amphora pediculus* (Kützing) Grunow in Schmidt *et al.* 1875 [APED] ***

Basionyme : *Cymbella pediculus* Kützing 1844

Synonymes : *Clevamphora ovalis* var. *pediculus* (Kützing) Mereschkowsky 1906, *Encyonema pediculus* (Kützing) H. Peragallo 1889, *Cymbella caespitosum* var. *pediculus* (Kützing) Brun 1880, *Cymbella pediculus* Kützing 1844, *Amphora ovalis* var. *pediculus* (Kützing) Van Heurck 1885, *Amphora ovalis* var. *pediculus* (Kützing) Pero 1893.

Morphométrie : longueur (µm) : 6,6–12,0 ; largeur (µm) : 2,3–3,5 ;
nombre de stries en 10 µm : 18–24 (dorsalement).

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 8 + 11 + 12

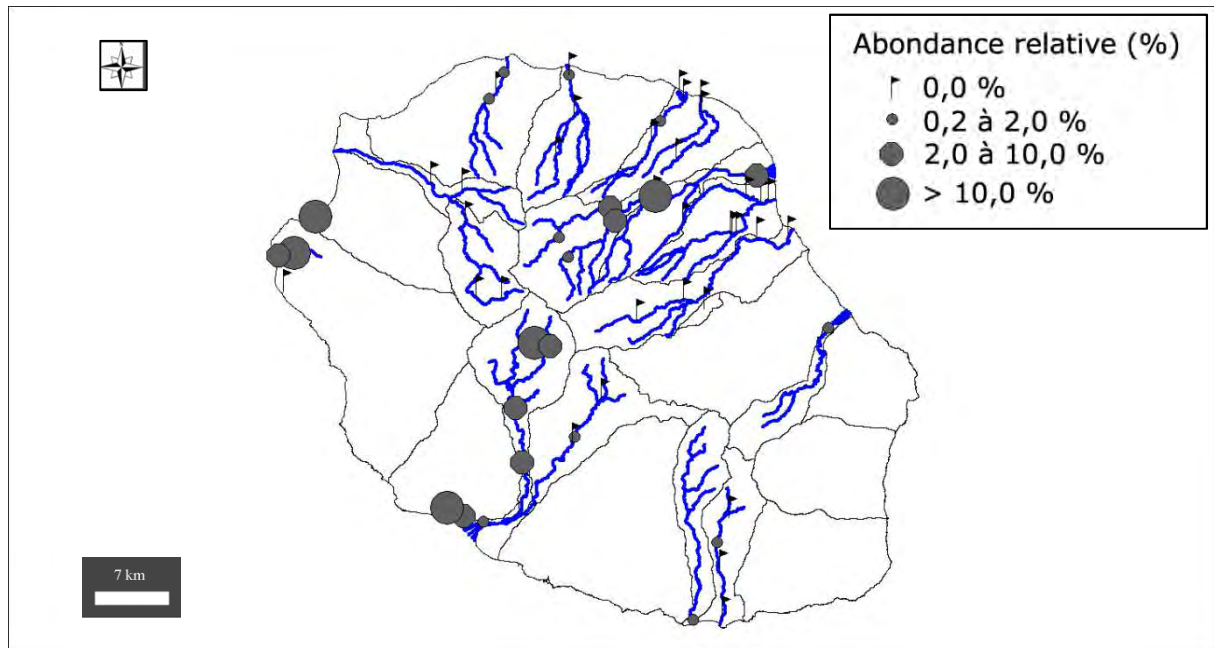
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–1)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,22 (0,62). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 2,11 (3,80). Taux de saturation en oxygène (%) : 88,9 (21,6). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,32 (0,54). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,23 (1,03). Phosphore total (mg(P)) : 0,16 (0,23). Calcium (mg(Ca)/L) : 19,81 (8,48). Chlorures (mg(Cl)/L) : 26,84 (45,90). Conductivité (µS/cm) : 393,2 (412,6). pH (unité pH) : 8,2 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 21,21 (31,19). Titre alcalimétrique complet (°f) : 12,75 (10,49).

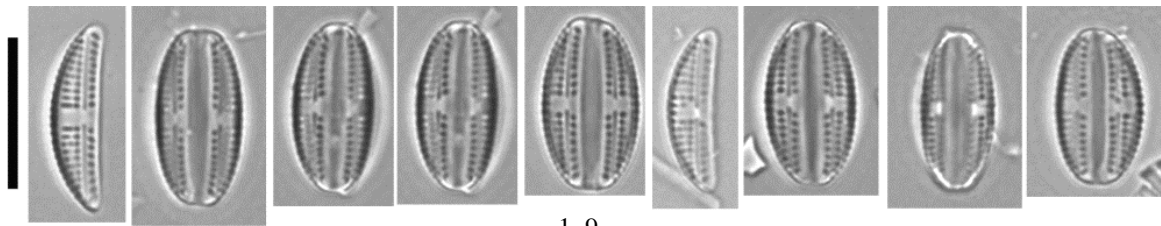
Distribution

Occurrence : 72. Abondance relative maximale (%) : 40,0.

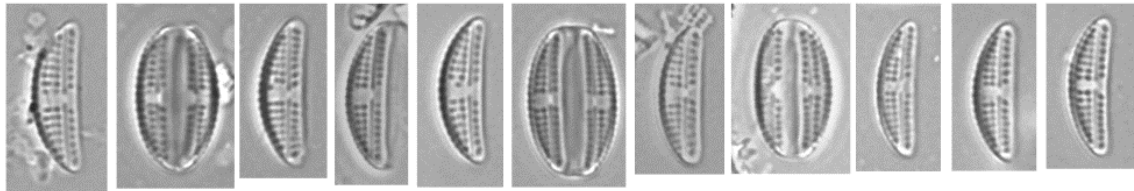
Moyenne des fréquences d'apparition : 4,46.



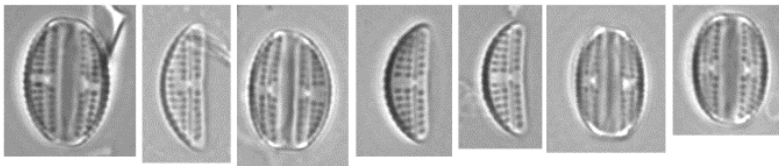
Planches



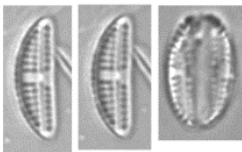
1-9



10-20

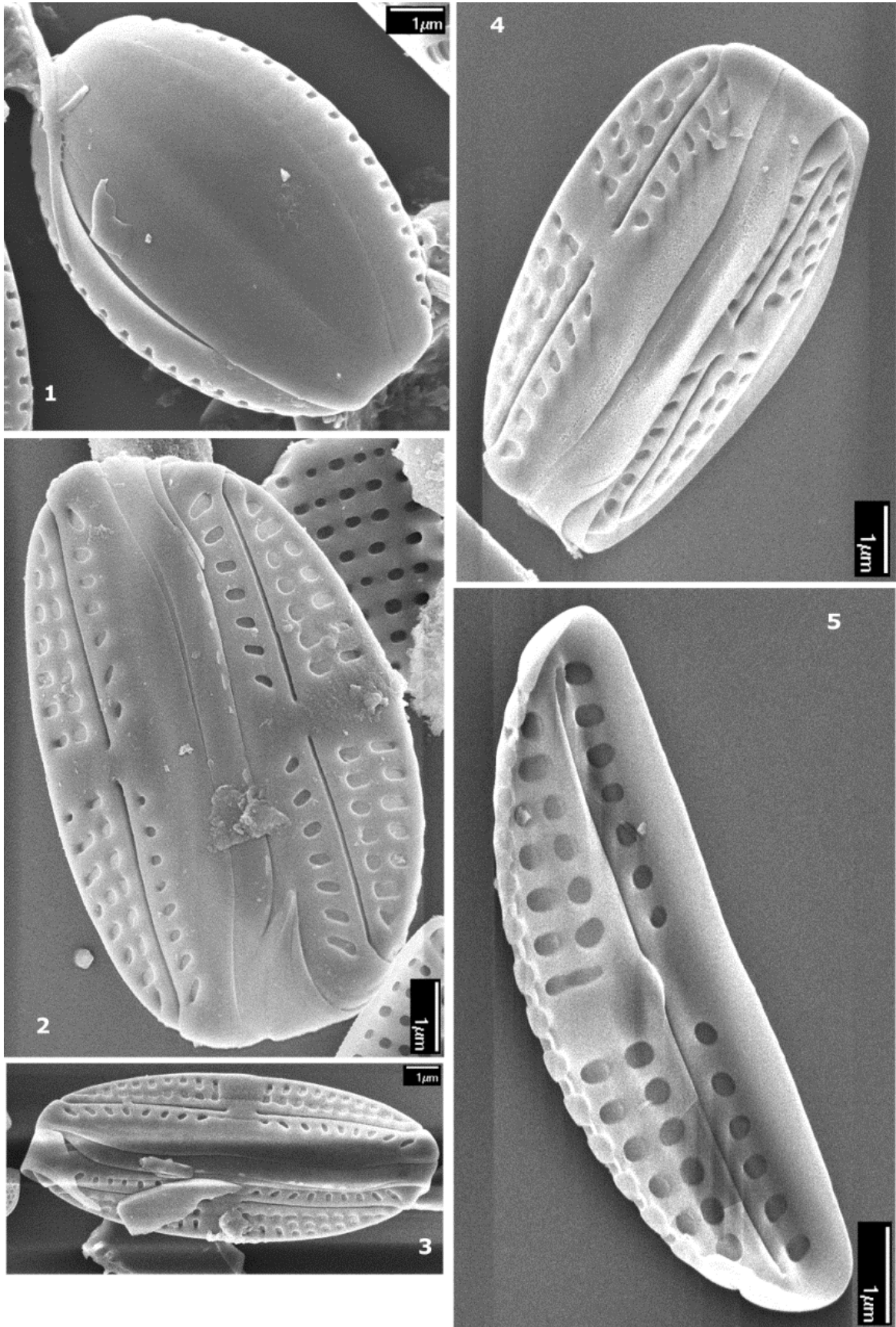


21-27



28-30

Microscopie photonique. *Amphora pediculus* 1-30 vues valvaires. 1-30 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Octobre 2010.



Microscopie électronique. *Amphora pediculus* 1–4 frustule vue externe. 5 valve, vue interne. 1, 3–5 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2009; 2 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Novembre 2009.

Genre *Halamphora* (Cleve) Levkov 2009 [4]

Généritype : *Halamphora coffeaeformis* (Agardh) Levkov 2009

***Halamphora ghanensis* Levkov 2009 [HGHA] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 24,0–27,0 ; largeur (μm) : 5,0–5,6 ;
nombre de stries en 10 μm : 14–16

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 12

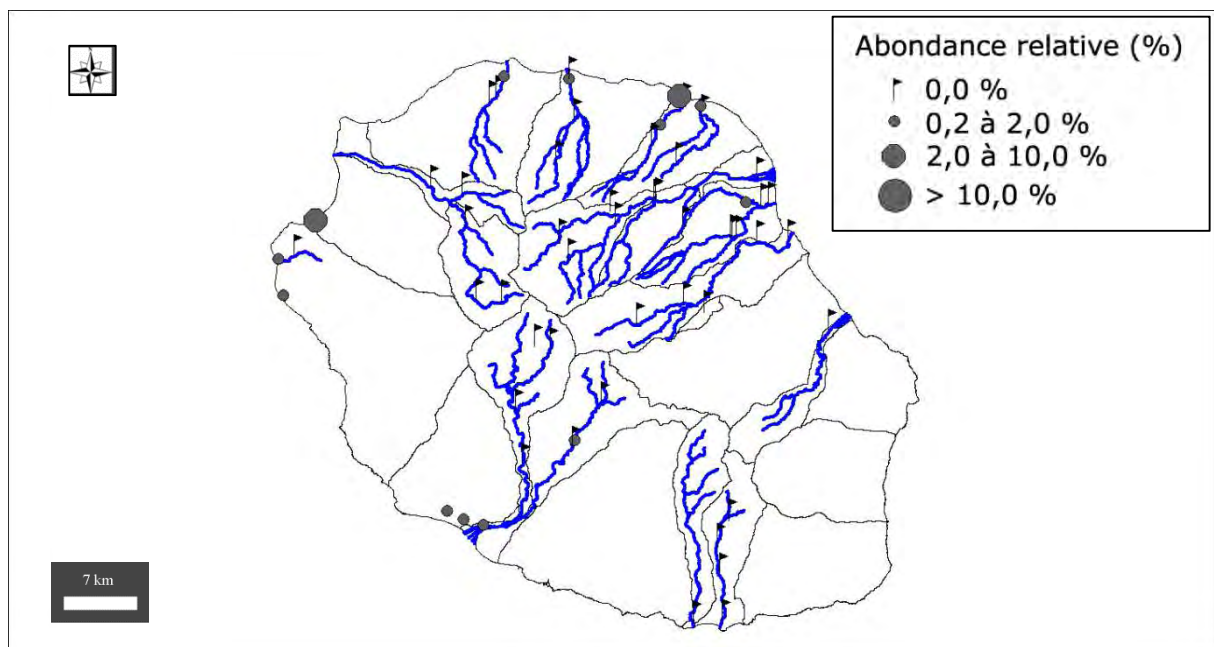
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–3)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,43 (1,66). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,77 (1,84).
Taux de saturation en oxygène (%) : 76,9 (17,4). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,86 (1,40).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,54 (1,39). Phosphore total (mg(P)) : 0,39 (0,58). Calcium
(mg(Ca)/L) : 24,10 (14,37). Chlorures (mg(Cl)/L) : 221,51 (384,05). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
1531,3 (3141,4). pH (unité pH) : 7,6 (0,2). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 57,14 (82,00). Titre
alcalimétrique complet (°f) : 10,00 (4,25).

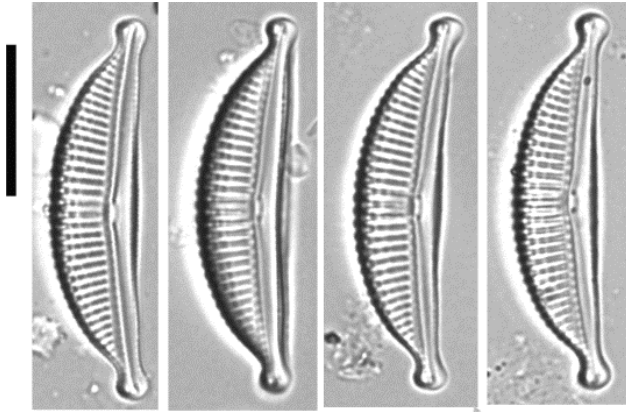
Distribution

Occurrence : 24. Abondance relative maximale (%) : 4,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,27.

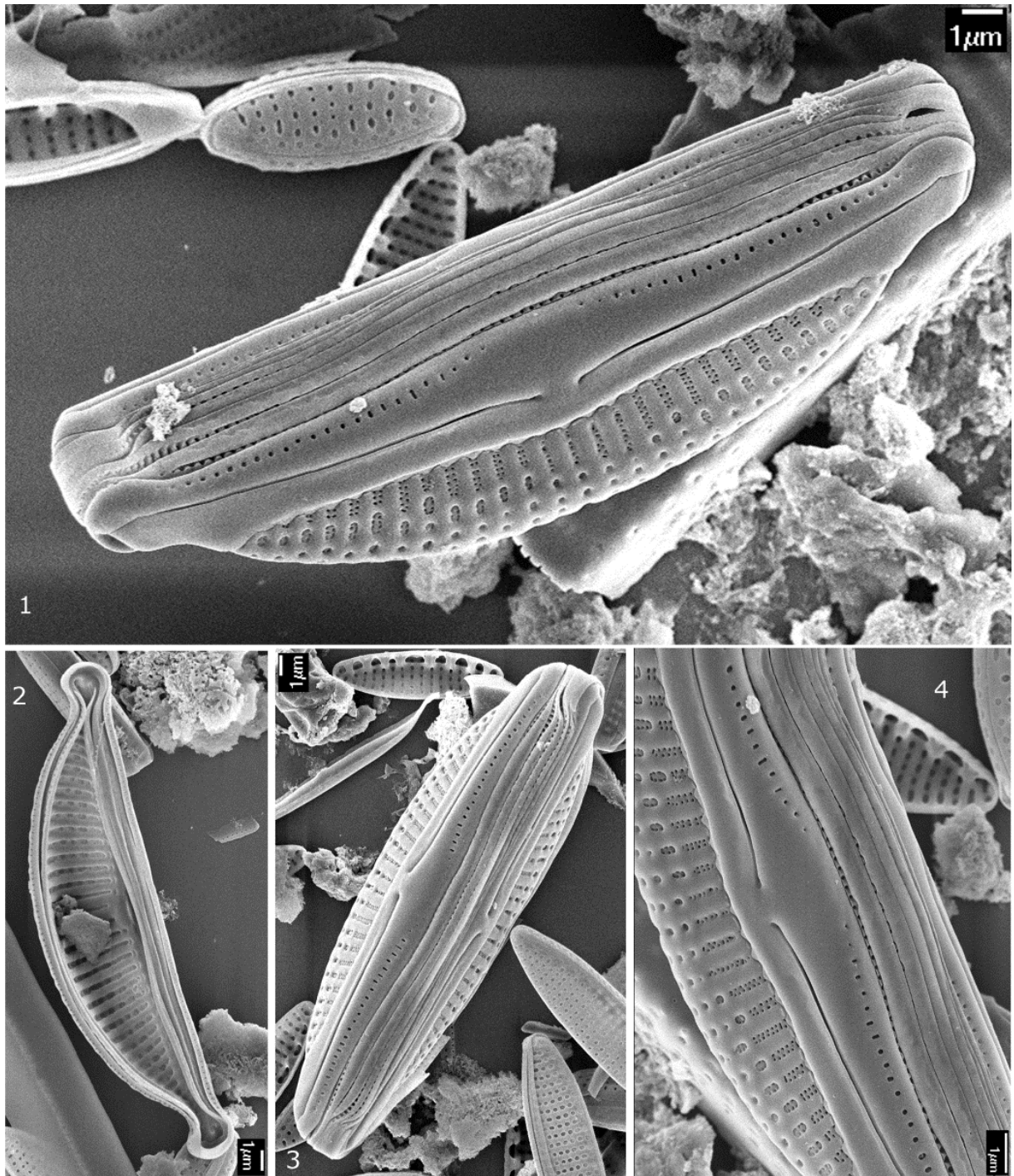


Planches



1-4

Microscopie photonique. *Halamphora ghanensis* 1-4 Vues valvaires. 1-4 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Novembre 2009.



Microscopie électronique. *Halamphora ghanensis* 1 vue externe, valve. 2 vue interne, valve. 3 vue externe, vue connective. 4 vue externe, détail partie centrale. 1–4 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Novembre 2009.

***Halamphora veneta* (Kützing) Levkov 2009 [HVEN] ***

Basionyme : *Amphora veneta* Kützing 1844

Synonyme : *Amphora veneta* Kützing 1844

Morphométrie : longueur (μm) : 10–25 ; largeur (μm) : 3,5–5 ;
nombre de stries en 10 μm : 18–22 (dorsal).

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 12

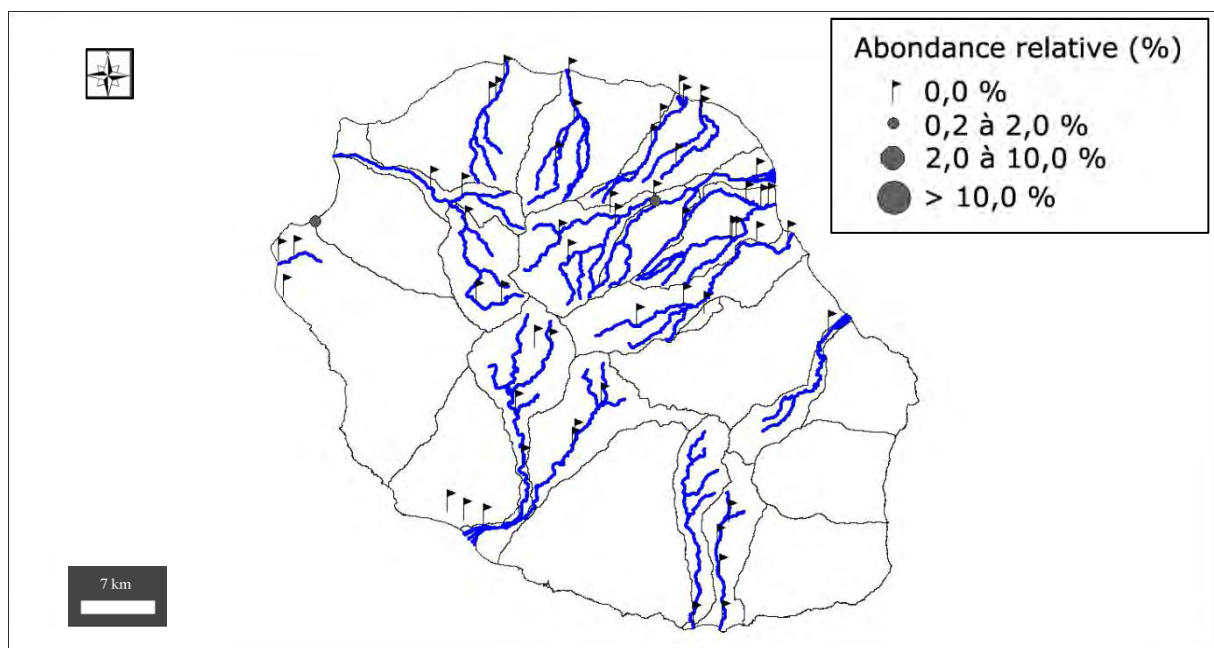
Taxon indicateur négatif IDR – valence d’altération (–3)

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,09). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 0,65 (0,23).
Taux de saturation en oxygène (%) : 80,0 (10,5). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,25 (0,11).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,38 (0,53). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,12 (0,03). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 17,31 (1,09). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 24,36 (13,27). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
295,3 (50,3). pH (unité pH) : 7,7 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 9,89 (1,45). Titre
alcalimétrique complet (°f) : 8,89 (0,89).

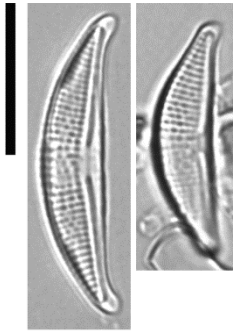
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 1,8.

Moyenne des fréquences d’apparition : 0,60.



Planche



1-2

Microscopie photonique. *Halamphora veneta* 1-2 Vues valvaires. 1-2 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Mai 2009.

Ordre **Bacillariales** Hendey 1937 emend. Mann in Round *et al.* 1990

Famille **Bacillariaceae** Ehrenberg 1831

Genre ***Tryblionella*** Smith 1853 [2]

Généritype : *Tryblionella acuminata* Smith 1853

***Tryblionella debilis* Arnott ex O'Meara 1873 [TDEB] ***

Synonymes : *Nitzschia debilis* (Arnott in O'Meara) Grunow in Cleve & Grunow 1880, *Nitzschia tryblionella* var. *debilis* (Arnott) Hustedt 1913, *Homoeocladia debilis* (Arnott in O'Meara) Kuntze 1898

Morphométrie : longueur (μm) : 15–23 ; largeur (μm) : 7–9.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 12

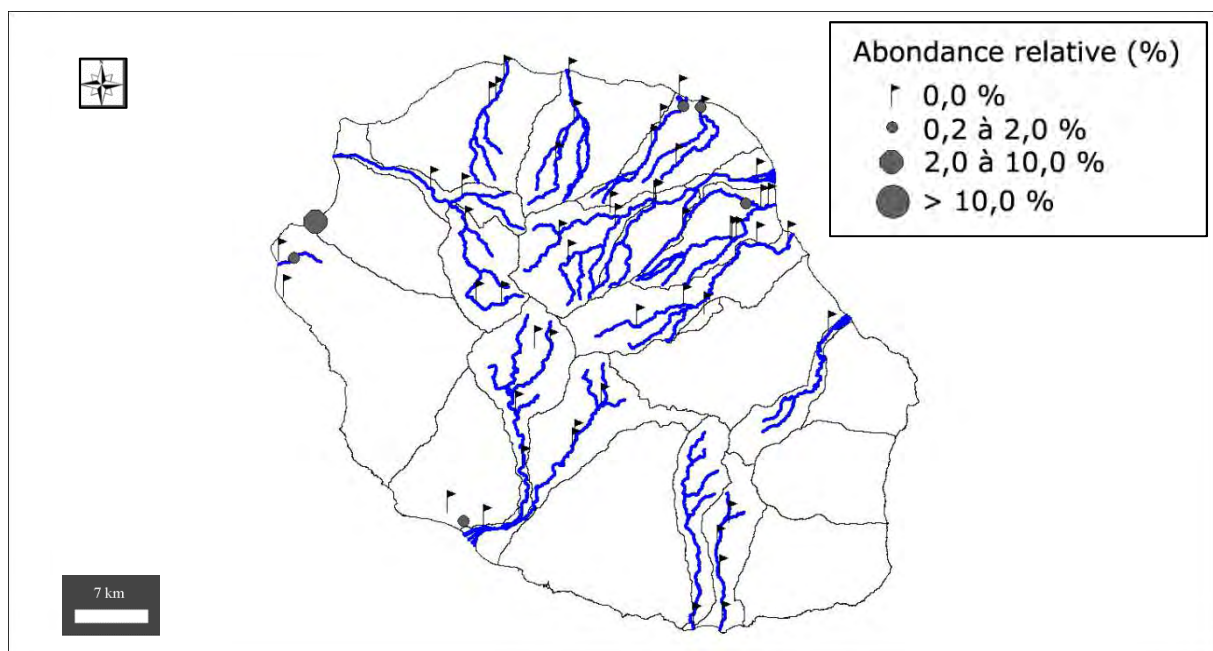
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–3)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,18 (0,29). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,47 (0,98). Taux de saturation en oxygène (%) : 84,0 (12,3). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,88 (1,41). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,99 (0,46). Phosphore total (mg(P)) : 0,33 (0,49). Calcium (mg(Ca)/L) : 15,75 (4,01). Chlorures (mg(Cl)/L) : 31,13 (16,52). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 328,9 (139,9). pH (unité pH) : 7,5 (0,2). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 10,79 (6,50). Titre alcalimétrique complet (°f) : 8,41 (2,25).

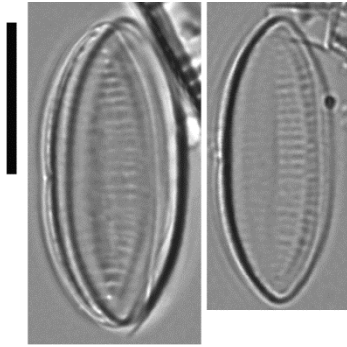
Distribution

Occurrence : 13. Abondance relative maximale (%) : 2,4.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,52.



Planche



1-2

Microscopie photonique. *Tryblionella debilis* 1-2 Vues valvaires. 1-2 *La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Mai 2009.*

Genre *Nitzschia* Hassall 1845 [64]

Généritype : *Nitzschia elongata* Hassall 1845

***Nitzschia agnita* Hustedt 1957 [NAGN]**

Morphométrie : longueur (μm) : 20–36 ; largeur (μm) : 3,2–4,2.

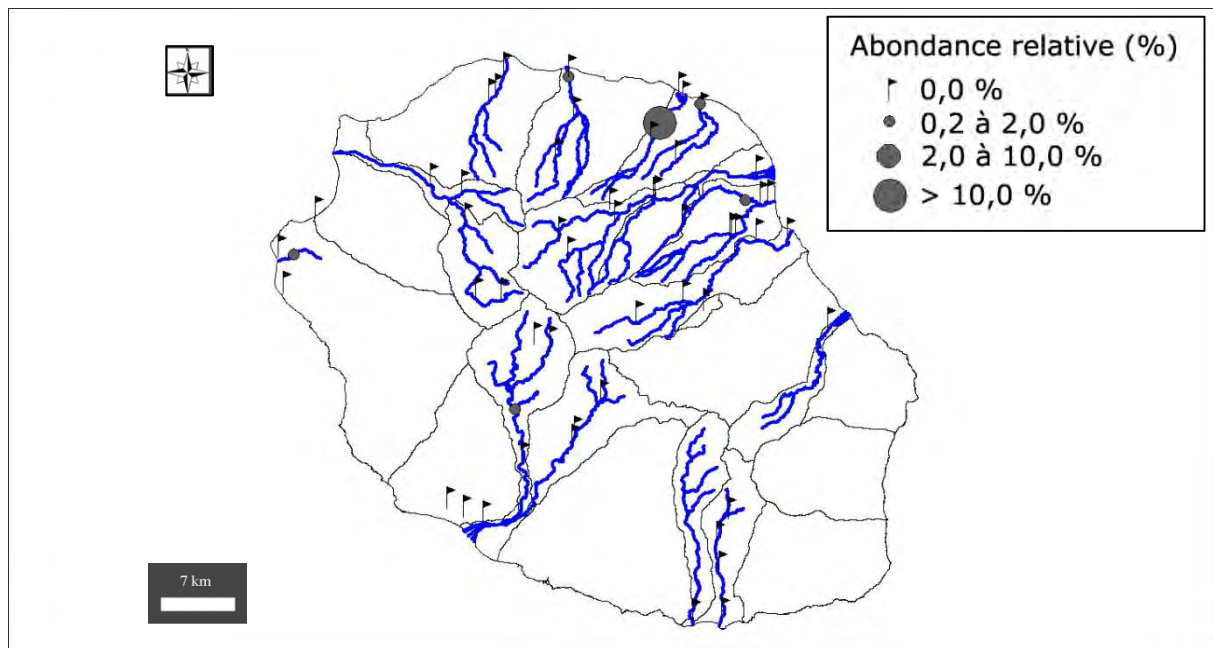
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,04 (0,05). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,23 (0,73). Taux de saturation en oxygène (%) : 133,4 (44,7). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,04 (0,08). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,26 (0,12). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,09 (0,18). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 19,75 (10,78). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 5,42 (4,13). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 263,6 (131,9). pH (unité pH) : 8,5 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 26,40 (25,94). Titre alcalimétrique complet (°f) : 10,30 (5,50).

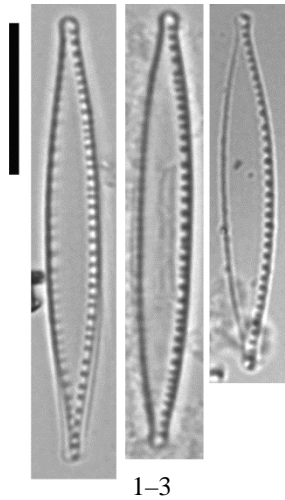
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 16,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 2,77.



Planche



1-3

Microscopie photonique. *Nitzschia agnita* 1-3 Vues valvaires. 1-3 La Rivière Sainte Suzanne en amont de la cascade Niagara – Mai 2009.

Nitzschia amphibia Grunow 1862 [NAMP]

Synonymes : *Homoeocladia amphibia* (Grunow) Kuntze 1898, *Bacillaria amphibia* (Grunow) in Barbour 1895

Morphométrie : longueur (μm) : 6,0–37,2 ; largeur (μm) : 4,0–6,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 13–18.

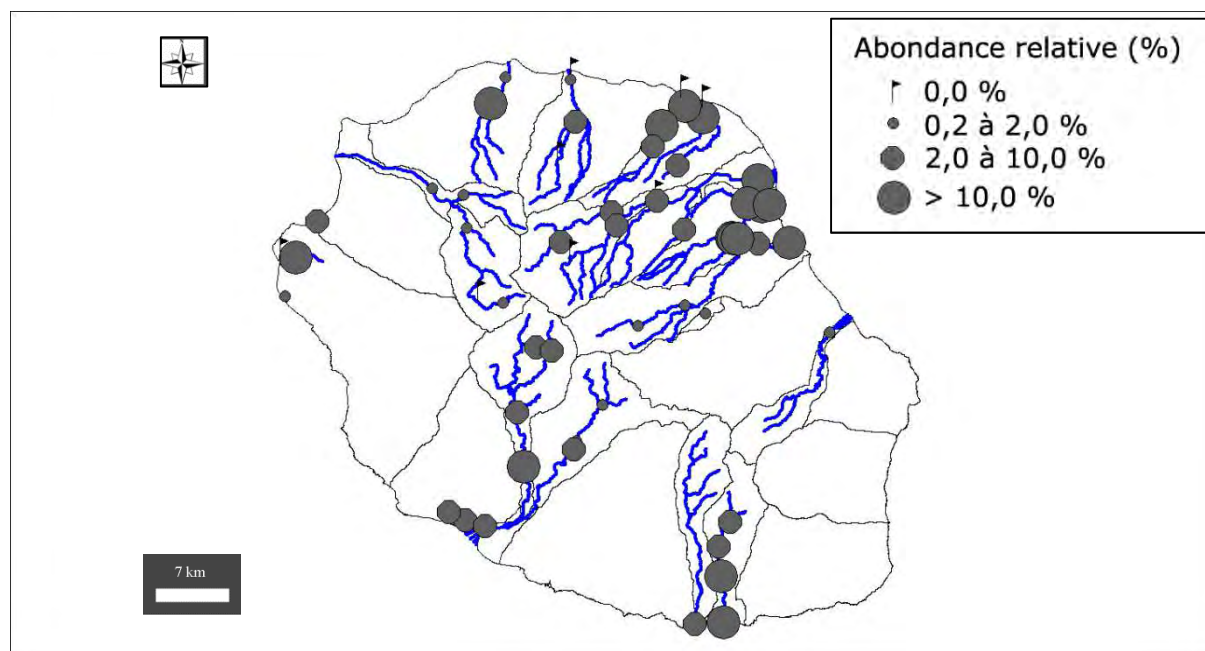
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,04 (0,05). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,23 (0,73). Taux de saturation en oxygène (%) : 133,4 (44,7). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,04 (0,08). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,26 (0,12). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,09 (0,18). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 19,75 (10,78). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 5,42 (4,13). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 263,6 (132,0). pH (unité pH) : 8,5 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 26,40 (25,94). Titre alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 10,30 (5,50).

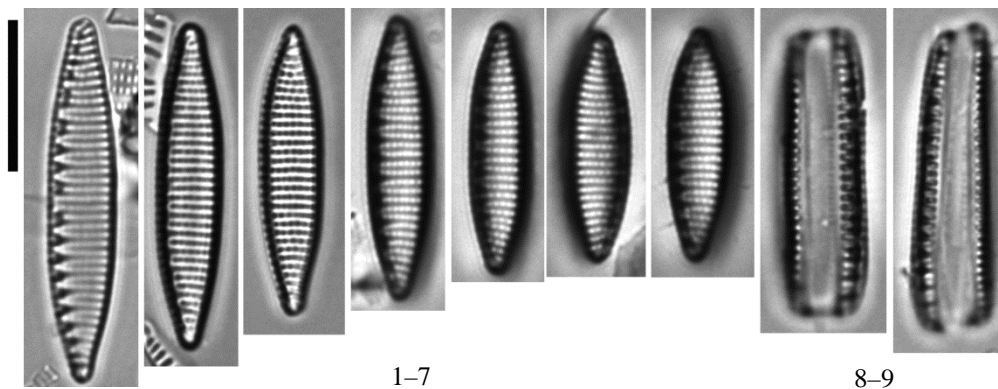
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 16,6.

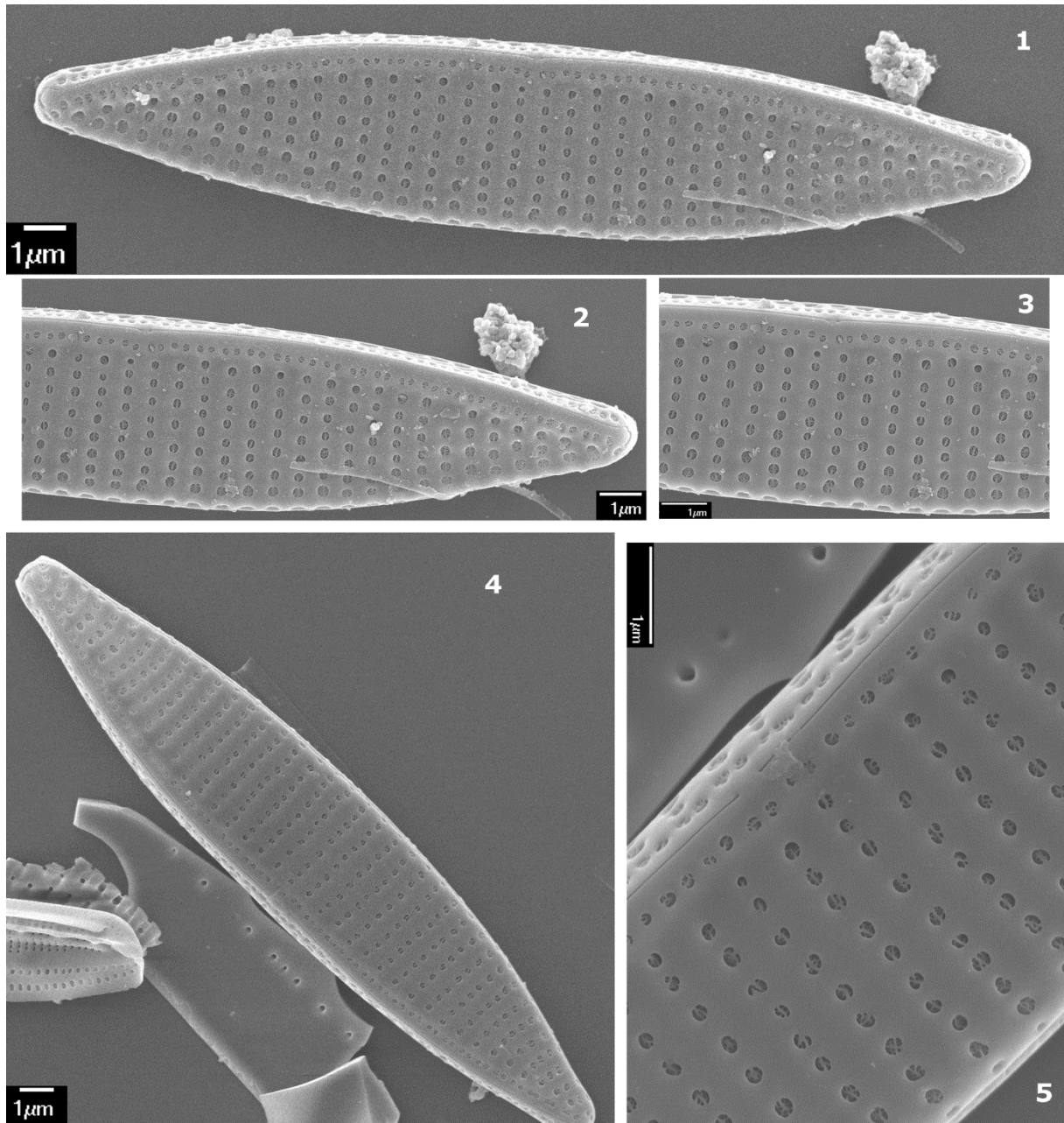
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,77.



Planches



Microscopie photonique. *Nitzschia amphibia* 1–7 Vues valvaires. 8–9 vues connectives. 1–9
La Rivière des Roches à Abondance – Octobre 2009.



Microscopie électronique. *Nitzschia amphibia* 1–5 Vues valvaires, vues externes. 1–3 La Rivière Fleurs Jaunes au CD 52 – Octobre 2009, 4– 5 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2009.

***Nitzschia amphibia* f. *frauenfeldii* (Grunow) Lange–Bertalot in Lange–Bertalot & Krammer 1987 [NAFR]**

Basionyme : *Bacillaria frauenfeldii* Grunow 1862

Synonymes : *Bacillaria frauenfeldii* Grunow 1862, *Nitzschia frauenfeldii* (Grunow) Grunow in Cleve & Grunow 1880, *Homoeocladia frauenfeldii* (Grunow) Kuntze 1898, *Bacillaria amphibia* var. *frauenfeldii* (Grunow) Elmore in Barbour 1895.

Morphométrie : longueur (μm) : 16–44 ; largeur (μm) : 4–5 ;
nombre de stries en 10 μm : 14–18.

Préférences écologiques

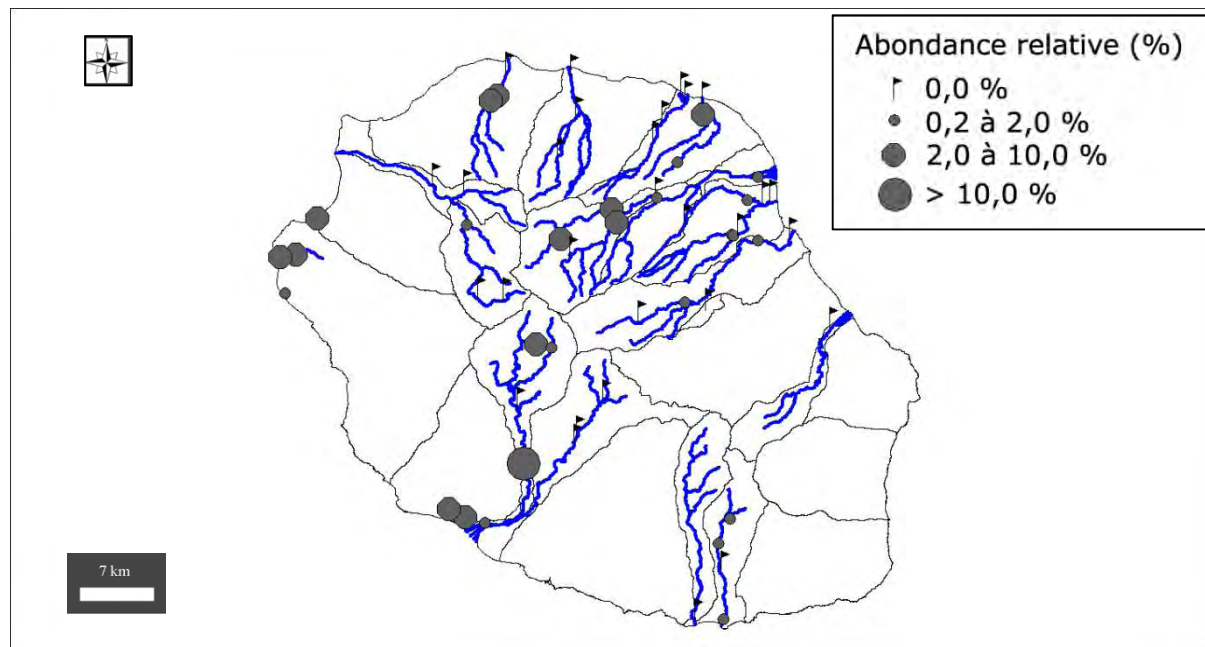
Taxon indicateur négatif IDR – valence d’altération (–1)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,32 (1,38). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 2,35 (4,72). Taux de saturation en oxygène (%) : 91,1 (23,6). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,56 (1,61). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,40 (1,42). Phosphore total (mg(P)) : 0,21 (0,49). Calcium (mg(Ca)/L) : 19,98 (9,40). Chlorures (mg(Cl)/L) : 43,90 (112,93). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 501,2 (1292,4). pH (unité pH) : 8,3 (0,7). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 21,78 (30,20). Titre alcalimétrique complet (°f) : 12,53 (12,01).

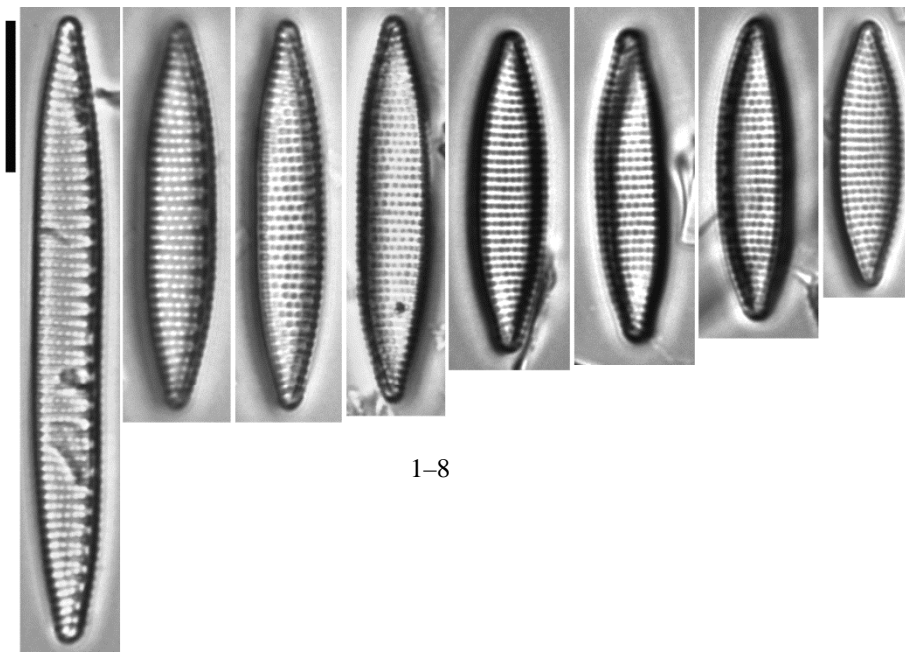
Distribution

Occurrence : 42. Abondance relative maximale (%) : 13,8.

Moyenne des fréquences d’apparition : 2,04.



Planche



1-8

Microscopie photonique. *Nitzschia amphibia f. frauenfeldii* 1-8 Vues valvaires. 1 La Rivière des Galets en amont du captage ILO – Avril 2009, 2-3 La Rivière Fleurs Jaunes au CD 52 – Avril 2009, 4 La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage – Novembre 2009, 5-7 Le Bras de Cilaos à Ilet Furcy – Octobre 2010, 8 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Octobre 2010.

Nitzschia conferta (Richter) Peragallo 1903 [NFIC] *

Basionyme : *Homoeocladia conferta* Richter 1879

Synonymes : *Homoeocladia conferta* Richter 1879, *Nitzschia filiformis* var. *conferta* (Richter) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Krammer 1987

Morphométrie : longueur (μm) : 20–46 ; largeur (μm) : 4,8–6,1.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 12

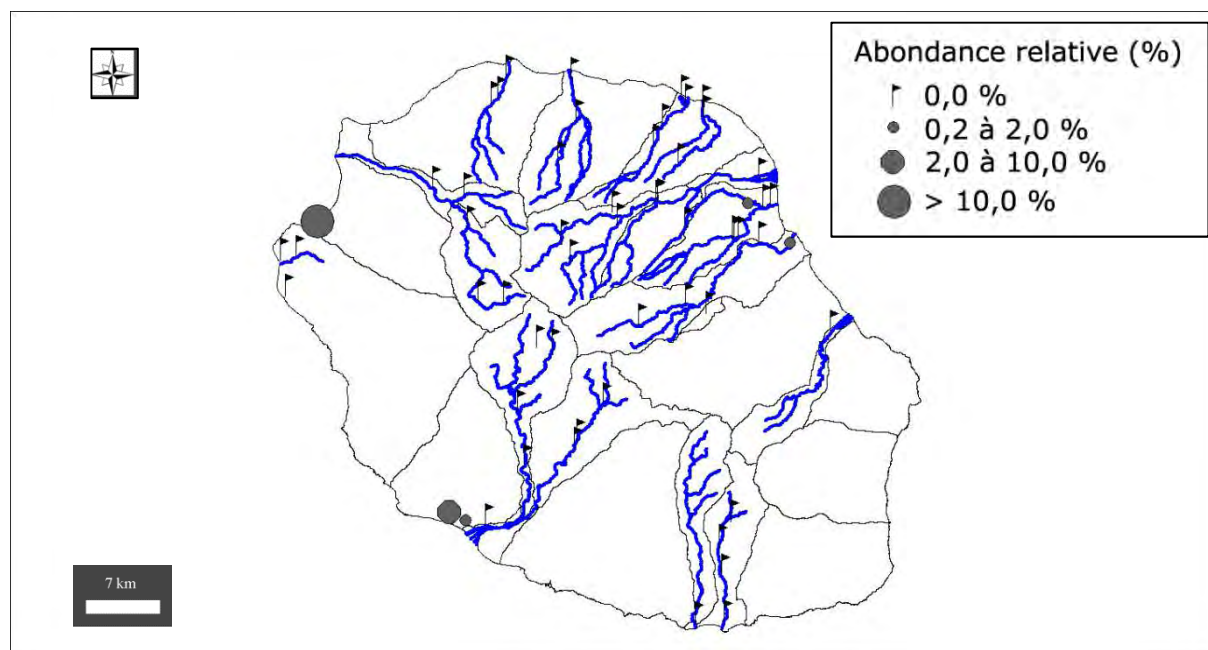
Taxon halin IDR

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,52 (1,00). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 3,71 (5,70). Taux de saturation en oxygène (%) : 75,9 (25,4). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,56 (0,64). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,49 (1,59). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,25 (0,29). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 22,60 (9,47). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 67,81 (57,27). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 651,5 (568,6). pH (unité pH) : 7,6 (0,2). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 29,53 (33,22). Titre alcalimétrique complet (°f) : 16,73 (15,36).

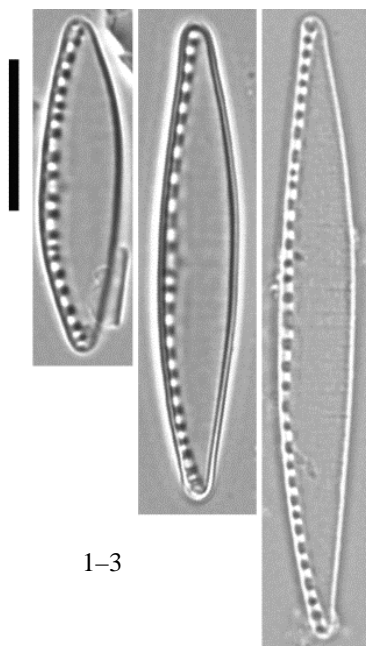
Distribution

Occurrence : 10. Abondance relative maximale (%) : 12,8.

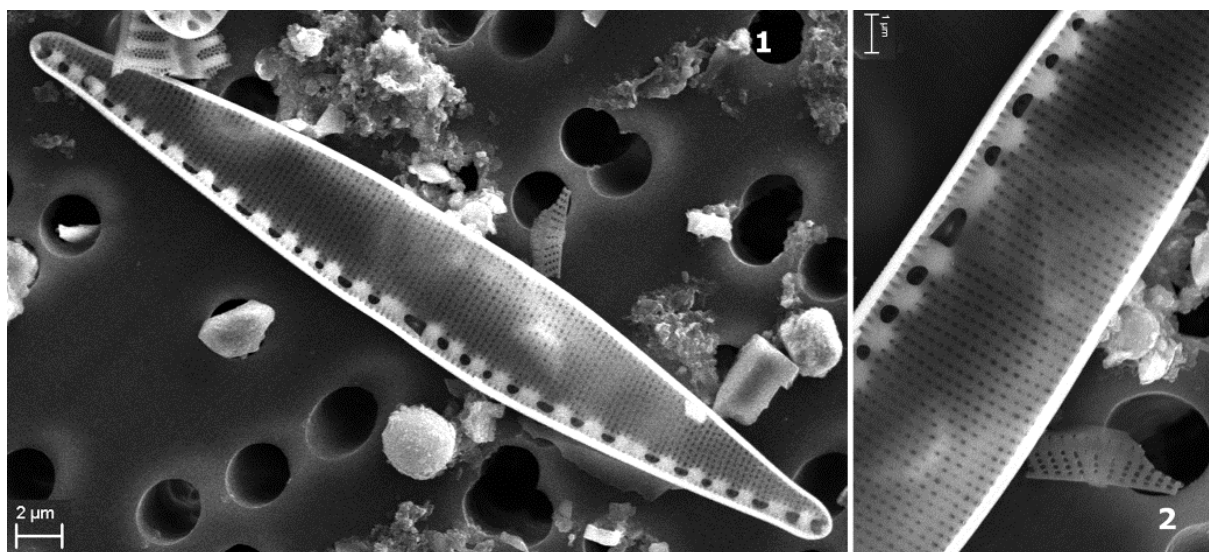
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,70.



Planches



Microscopie photonique. *Nitzschia conferta* 1-3 Vues valvaires. 1-3 La Ravine du Gol à Bel Air – Mai 2010.



Microscopie électronique. *Nitzschia conferta* 1 Vue valvaire, vue interne, 2 Détail, vue interne. 1-2 La Ravine du cimetière à Saint Paul – Mai 2010.

Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow 1862 [NDIS] *

Basionyme : *Synedra dissipata* Kützing 1844

Synonymes : *Homoeocladia dissipata* (Kützing) Kuntze 1898, *Nitzschia palea* f. *dissipata* (Kützing) Rabenhorst 1864, *Nitzschia palea* var. *dissipata* (Kützing) Schonfeldt 1907, *Synedra dissipata* Kützing 1844, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst 1860.

Morphométrie : longueur (μm) : 18,0-55,0 ; largeur (μm) : 3,5-5,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 6-10.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 5 + 8

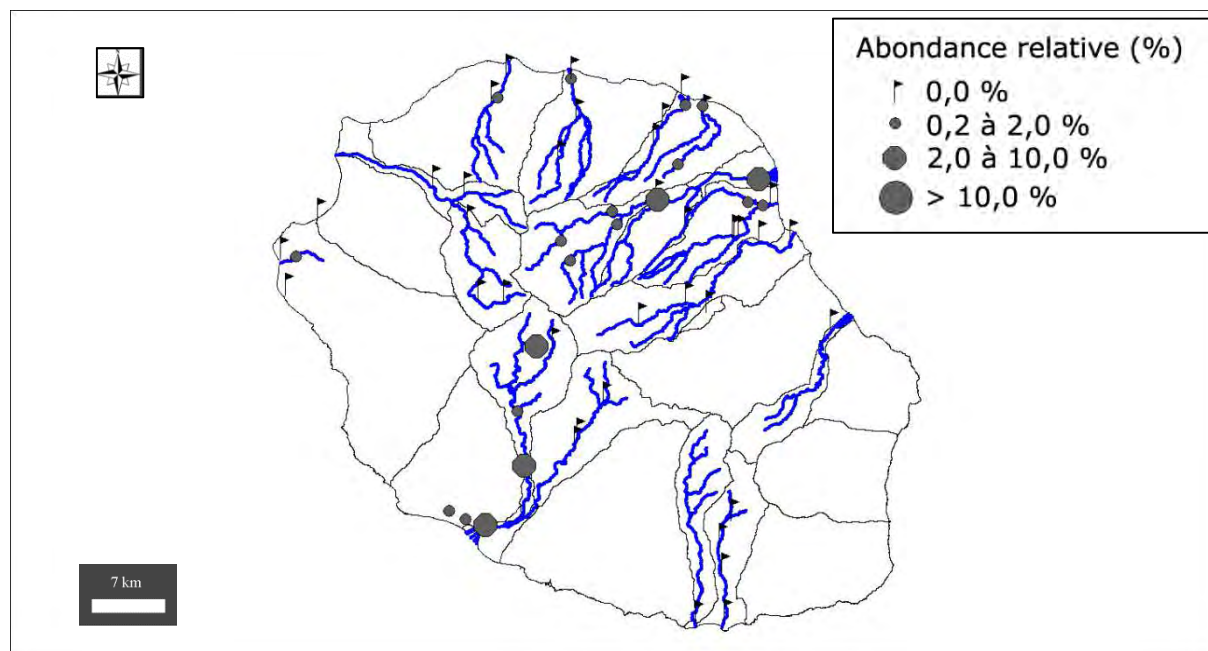
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (-1)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,02 (0,08). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,01 (2,41). Taux de saturation en oxygène (%) : 101,6 (23,1). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,08 (0,22). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,18 (0,64). Phosphore total (mg(P)) : 0,19 (0,40). Calcium (mg(Ca)/L) : 20,76 (7,17). Chlorures (mg(Cl)/L) : 5,56 (18,32). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 262,3 (159,4). pH (unité pH) : 8,4 (0,4). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 12,72 (14,76). Titre alcalimétrique complet (°f) : 11,89 (6,65).

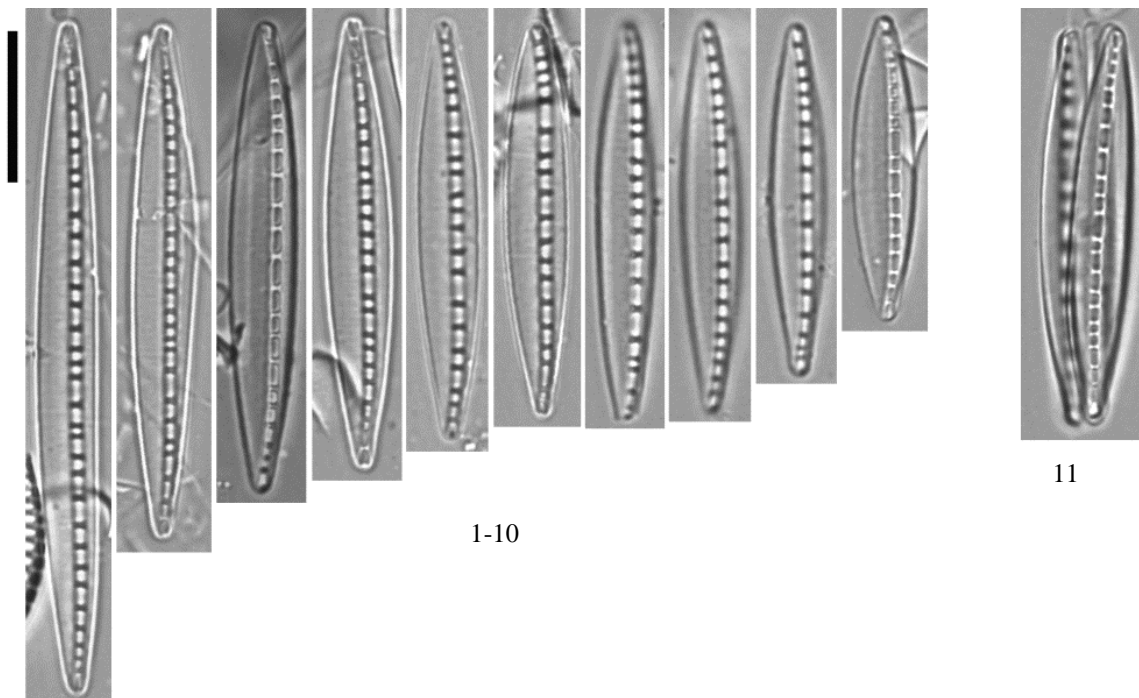
Distribution

Occurrence : 48. Abondance relative maximale (%) : 6,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 1,26.



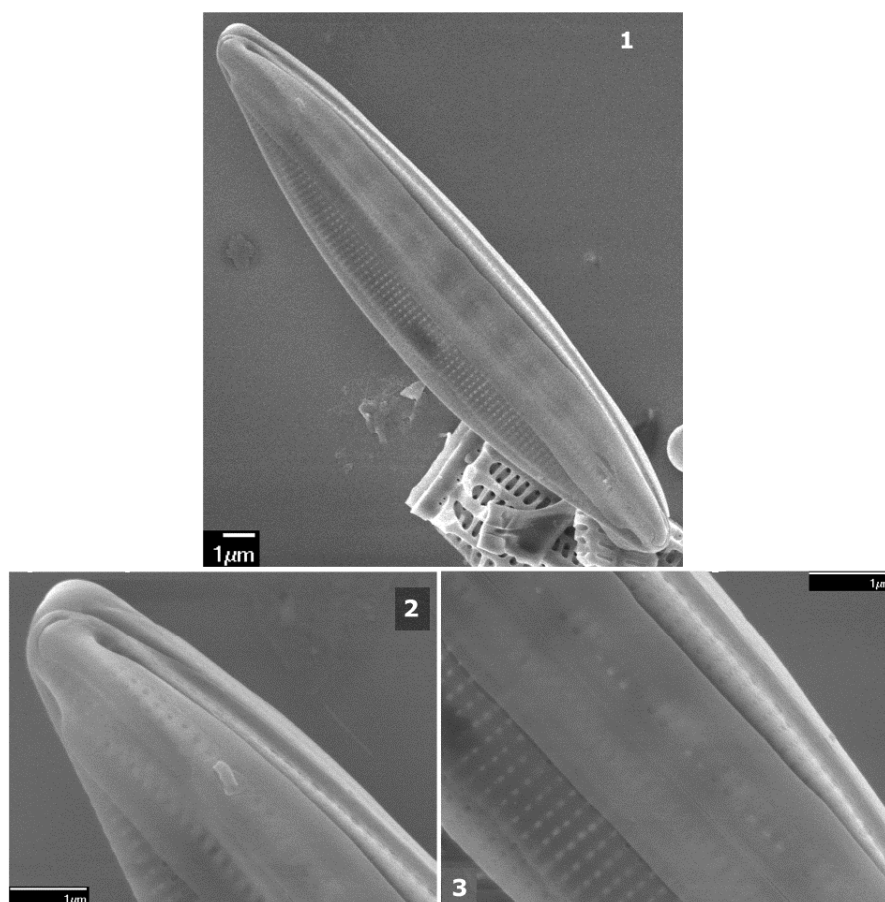
Planches



1-10

11

Microscopie photonique. *Nitzschia dissipata* 1-11 Vues valvaires. 1-11 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Octobre 2010.



Microscopie électronique. *Nitzschia dissipata* 1 Vue valvaire, vue externe. 2 extrémité distale, vue externe. 3 zone centrale, vue externe. 1-3 Le Bras des étangs aux anciens thermes – Avril 2009.

Nitzschia epiphyticoides Hustedt 1949 [NEPD]

Morphométrie : longueur (μm) : 10-13 ; largeur (μm) : 2,4-2,7 ;
nombre de stries en 10 μm : 20-24.

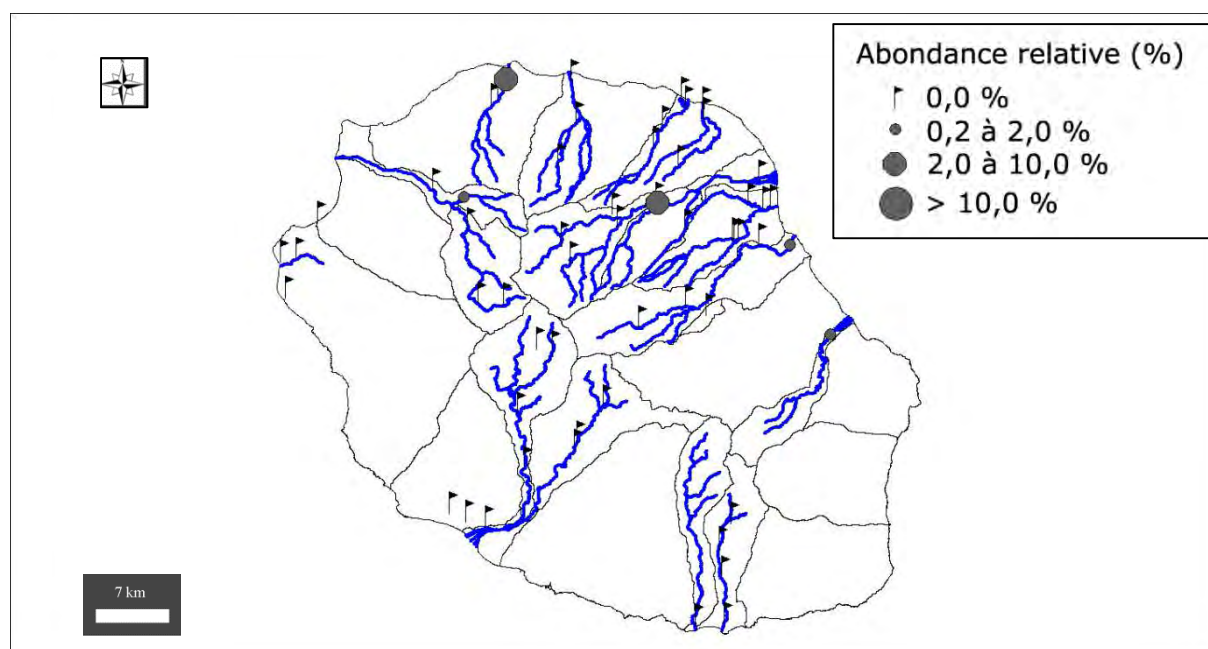
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 0,72 (0,09).
Taux de saturation en oxygène (%) : 104,7 (7,3). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,04 (0,02).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,31 (0,52). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,04 (0,01). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 15,11 (7,56). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 3,19 (0,83). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 176,0
(82,2). pH (unité pH) : 8,4 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 4,80 (4,32). Titre alcalimétrique
complet ($^\circ\text{f}$) : 8,45 (4,30).

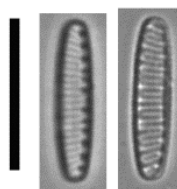
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 7,2.

Moyenne des fréquences d'apparition : 2,20.



Planche



1-2

Microscopie photonique. *Nitzschia epiphyticoides* 1-2 Vues valvaires. 1-2 La Rivière de l'Est
aval – Novembre 2009.

Nitzschia filiformis (Smith) Van Heurck 1896 [NFIL]

Basionyme : *Homoeocladia filiformis* Smith 1856

Synonyme : *Homoeocladia filiformis* Smith 1856

Morphométrie : longueur (μm) : 40,0–85,0 ; largeur (μm) : 4,0–6,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 7–9.

Préférences écologiques

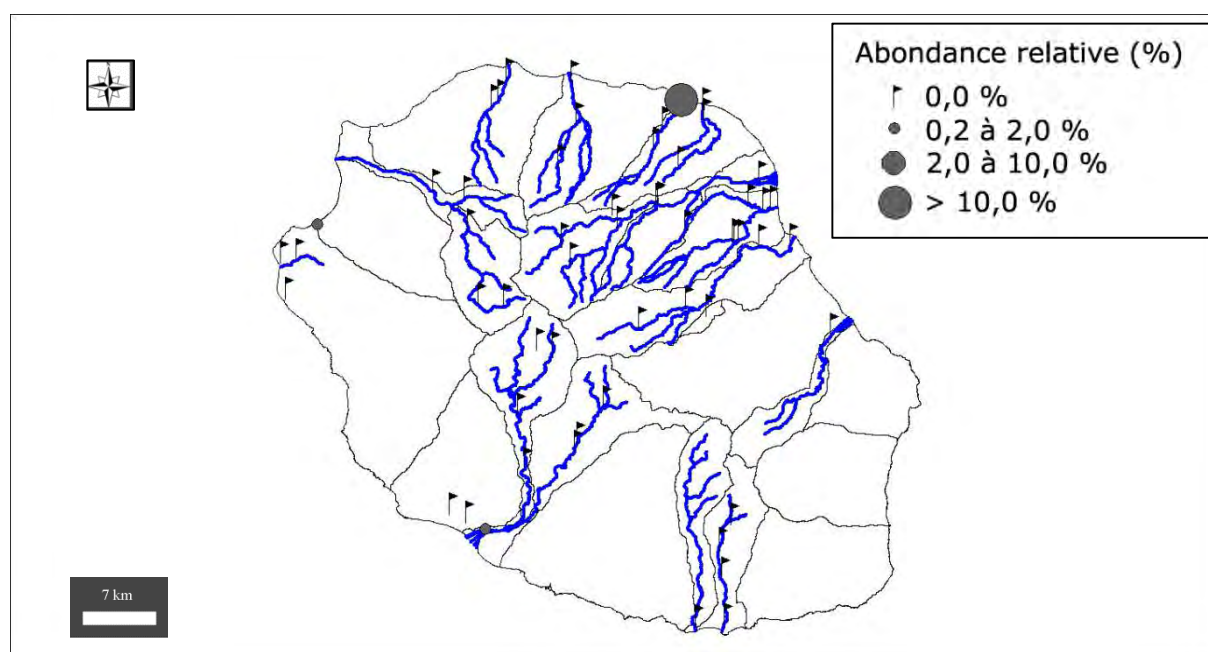
Taxon halin IDR

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,03 (0,17). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,50 (0,29).
Taux de saturation en oxygène (%) : 85,3 (12,2). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,09 (0,09).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,61 (0,85). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,08 (0,30). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 29,86 (14,79). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 853,56 (693,12). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
3077,5 (2389,8). pH (unité pH) : 7,4 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 117,49 (91,01). Titre
alcalimétrique complet (°f) : 8,94 (2,30).

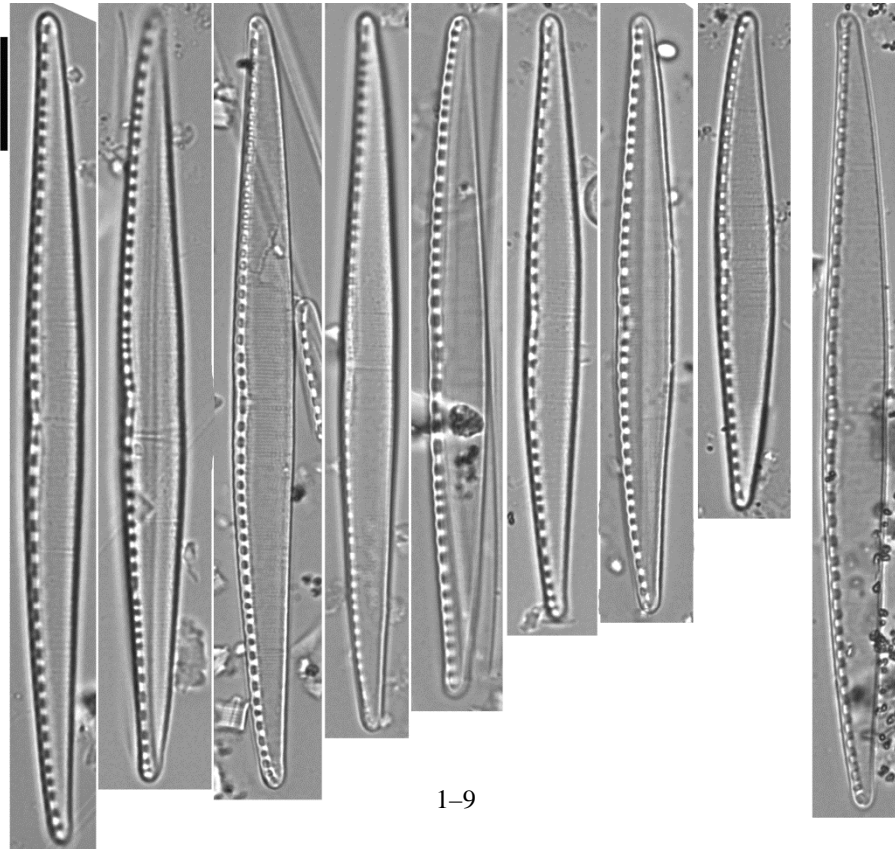
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 16,2.

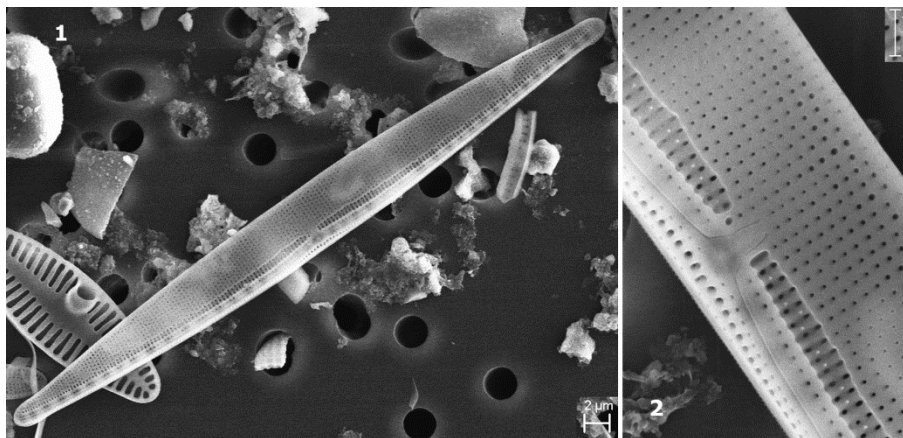
Moyenne des fréquences d'apparition : 4,85.



Planches



Microscopie photonique. *Nitzschia filiformis* 1–9 Vues valvaires. 1–8 La Rivière Sainte–Suzanne au Village Desprez – Novembre 2008, 9 La Ravine du Cimetière à Saint–Paul – Mai 2009.



Microscopie électronique. *Nitzschia filiformis* 1– Vue valvaire, vue externe. 2– détail de la zone centrale de la valve. 1–9 La Ravine du Cimetière à Saint–Paul – Mai 2009.

***Nitzschia fonticola* (Grunow) Grunow in Van Heurck 1881 [NFON] ***

Basionyme : *Nitzschia palea* var. *fonticola* Grunow 1880

Synonymes : *Nitzschia palea* var. *fonticola* Grunow 1880, *Nitzschia fonticola* Grunow in Cleve & Möller 1879

Morphométrie : longueur (μm) : 10,0–32,0 ; largeur (μm) : 2,5–5,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 24–32.

Préférences écologiques

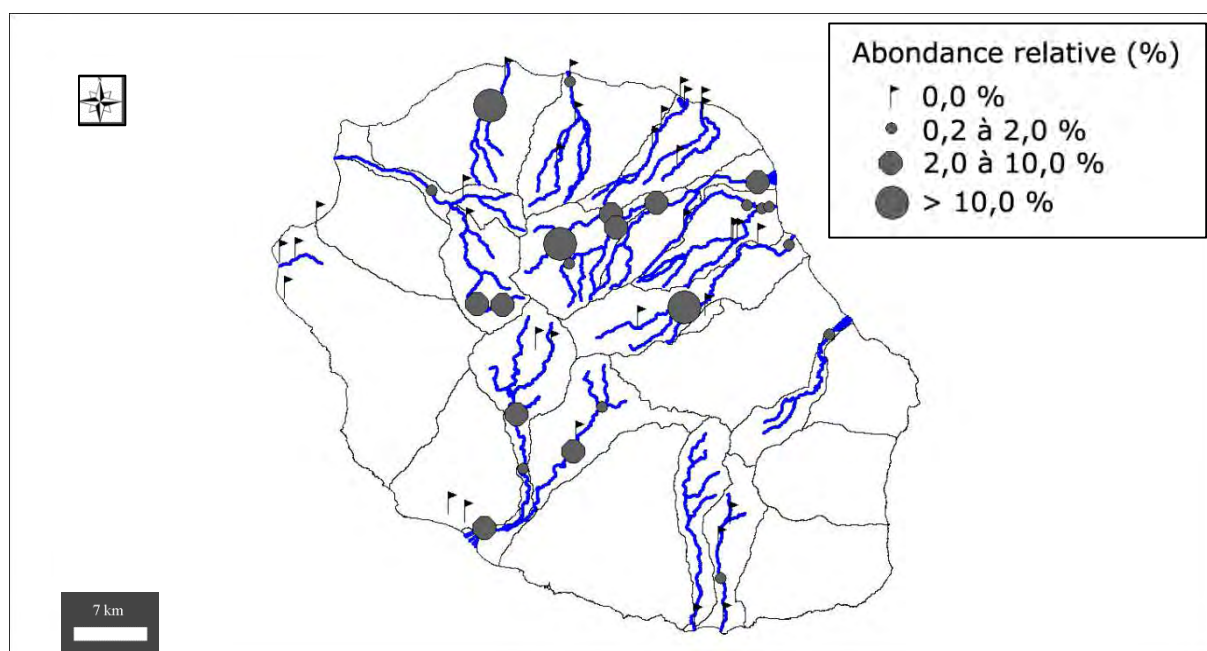
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 8 + 19

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,72 (1,86).
Taux de saturation en oxygène (%) : 102,4 (8,9). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,06 (0,05).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,23 (0,46). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,03). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 17,83 (6,24). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 2,89 (0,89). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 209,0
(75,0). pH (unité pH) : 8,5 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 10,90 (10,55). Titre alcalimétrique
complet ($^\circ\text{f}$) : 9,81 (3,71).

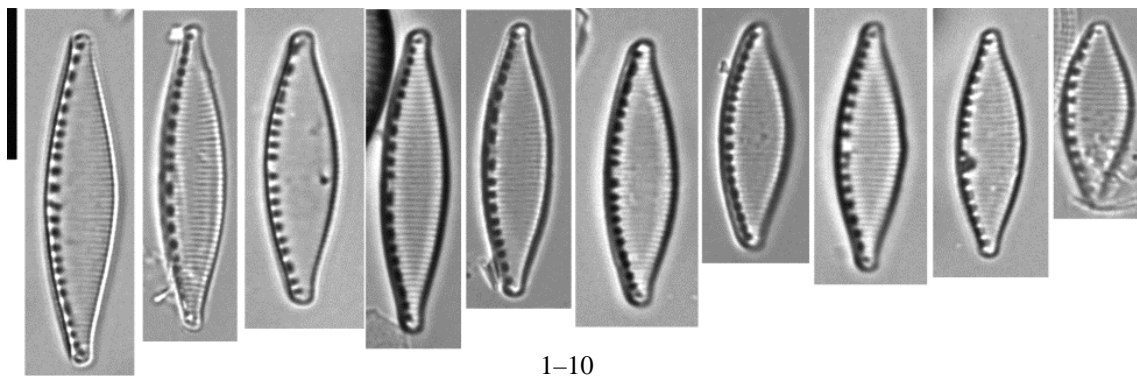
Distribution

Occurrence : 55. Abondance relative maximale (%) : 16,4.

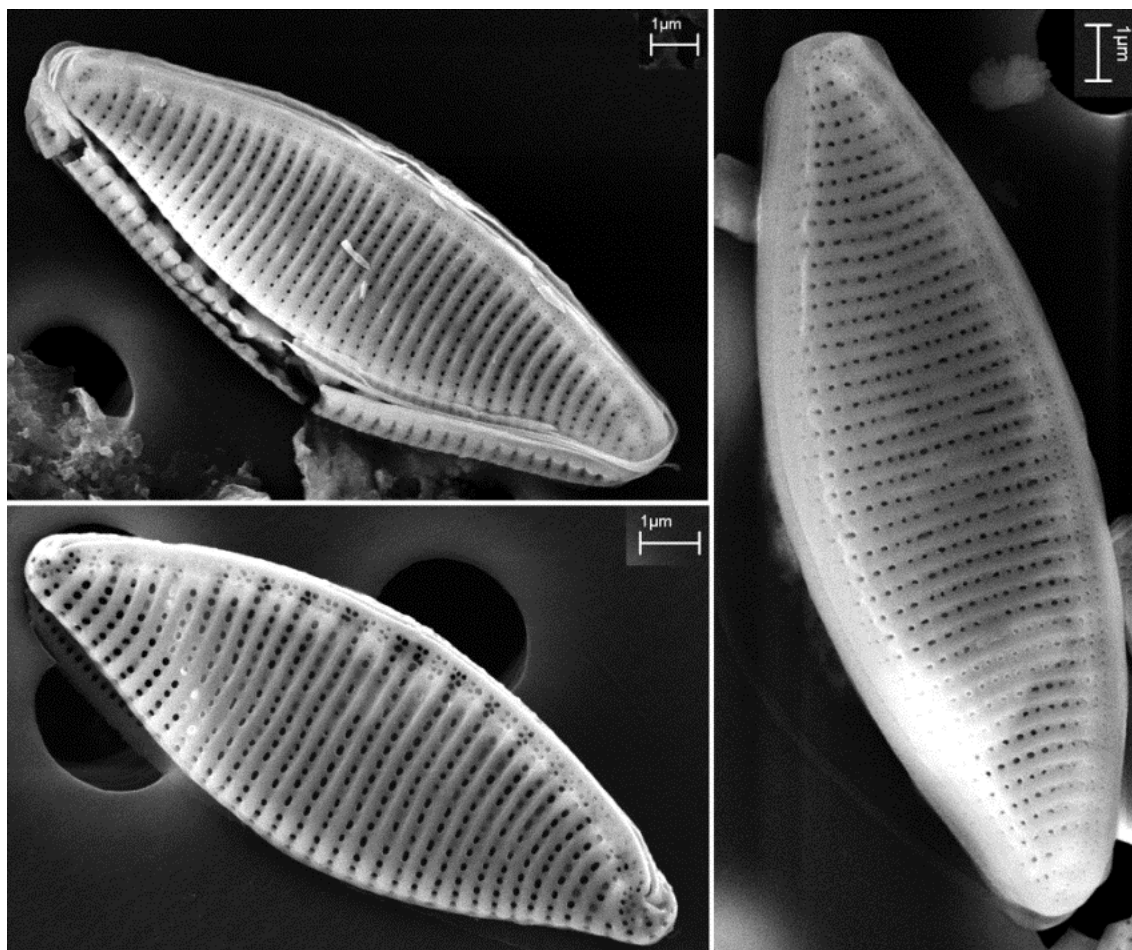
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,17.



Planches



Microscopie photonique. *Nitzschia fonticola* 1-10 Vues valvaires. 1-10 La Rivière Fleurs Jaunes au CD 52 – Octobre 2009.



Microscopie électronique. *Nitzschia fonticola* 1-3 Vues valvaires, vues externes. 1-3 La Rivière Fleurs Jaunes au CD 52 – Octobre 2009.

Nitzschia inconspicua Grunow 1862 [NINC] *

Synonyme : *Homoeocladia inconspicua* (Grunow) Kuntze 1898, *Nitzschia frustulum* var. *inconspicua* (Grunow) Grunow 1882.

Morphométrie : longueur (μm) : 5,0–18,0 ; largeur (μm) : 1,8–3,5 ;
nombre de stries en 10 μm : 24–30.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 11 + 12

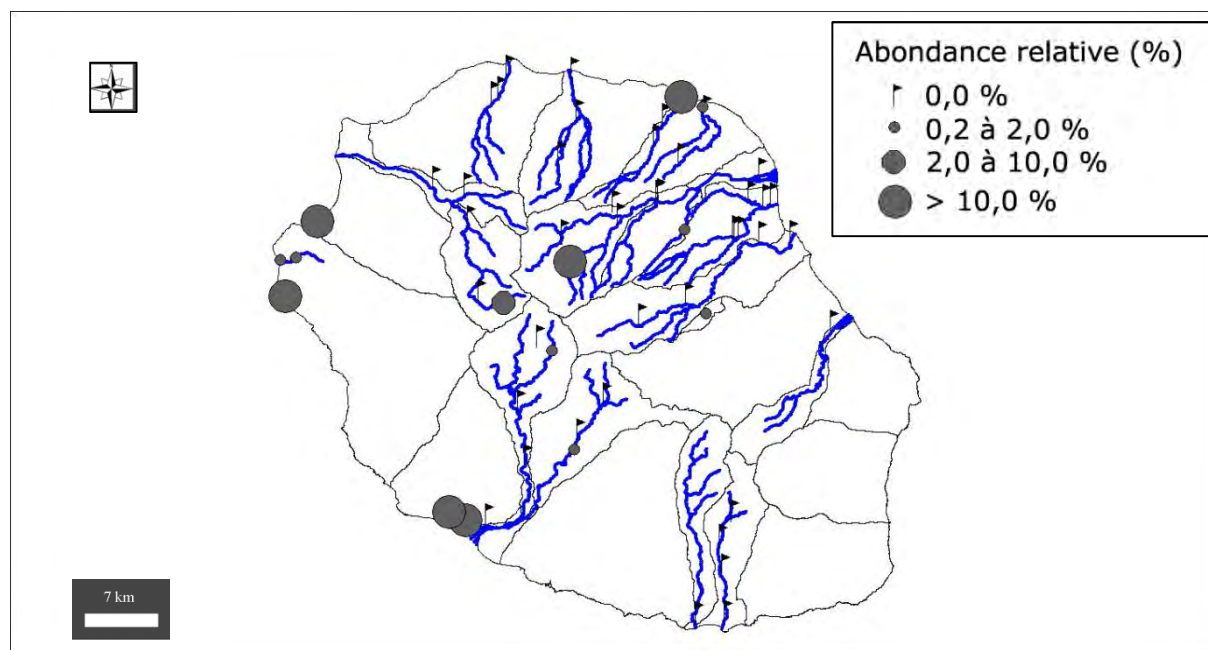
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 1,62 (3,18). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 4,47 (4,87).
Taux de saturation en oxygène (%) : 72,1 (25,4). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 2,19 (3,45).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 3,01 (2,48). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,88 (0,98). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 25,98 (8,85). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 244,89 (308,42). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
2985,5 (5125,8). pH (unité pH) : 7,7 (0,3). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 51,00 (44,85). Titre
alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 15,20 (11,49).

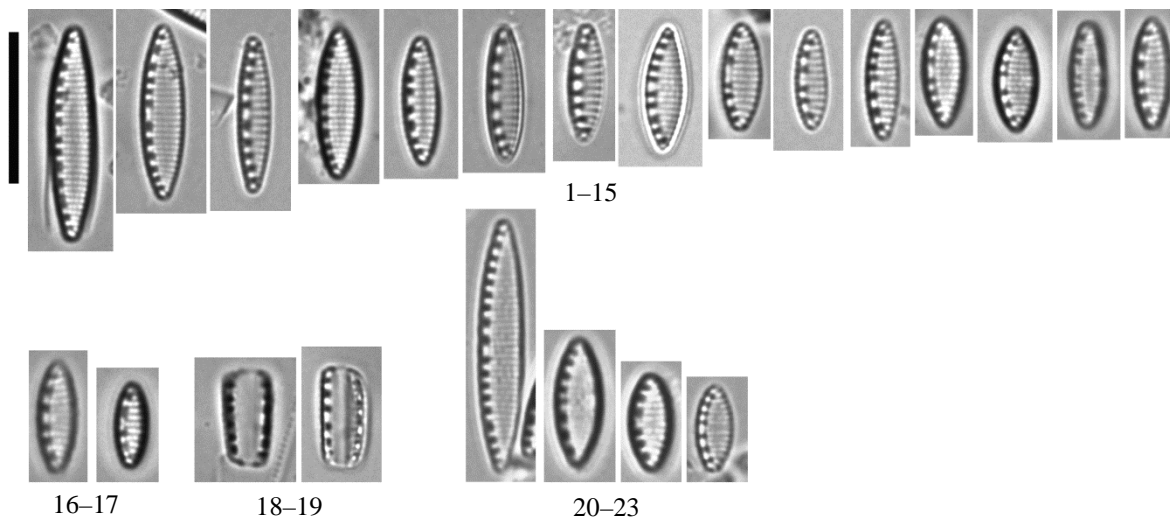
Distribution

Occurrence : 25. Abondance relative maximale (%) : 95,8.

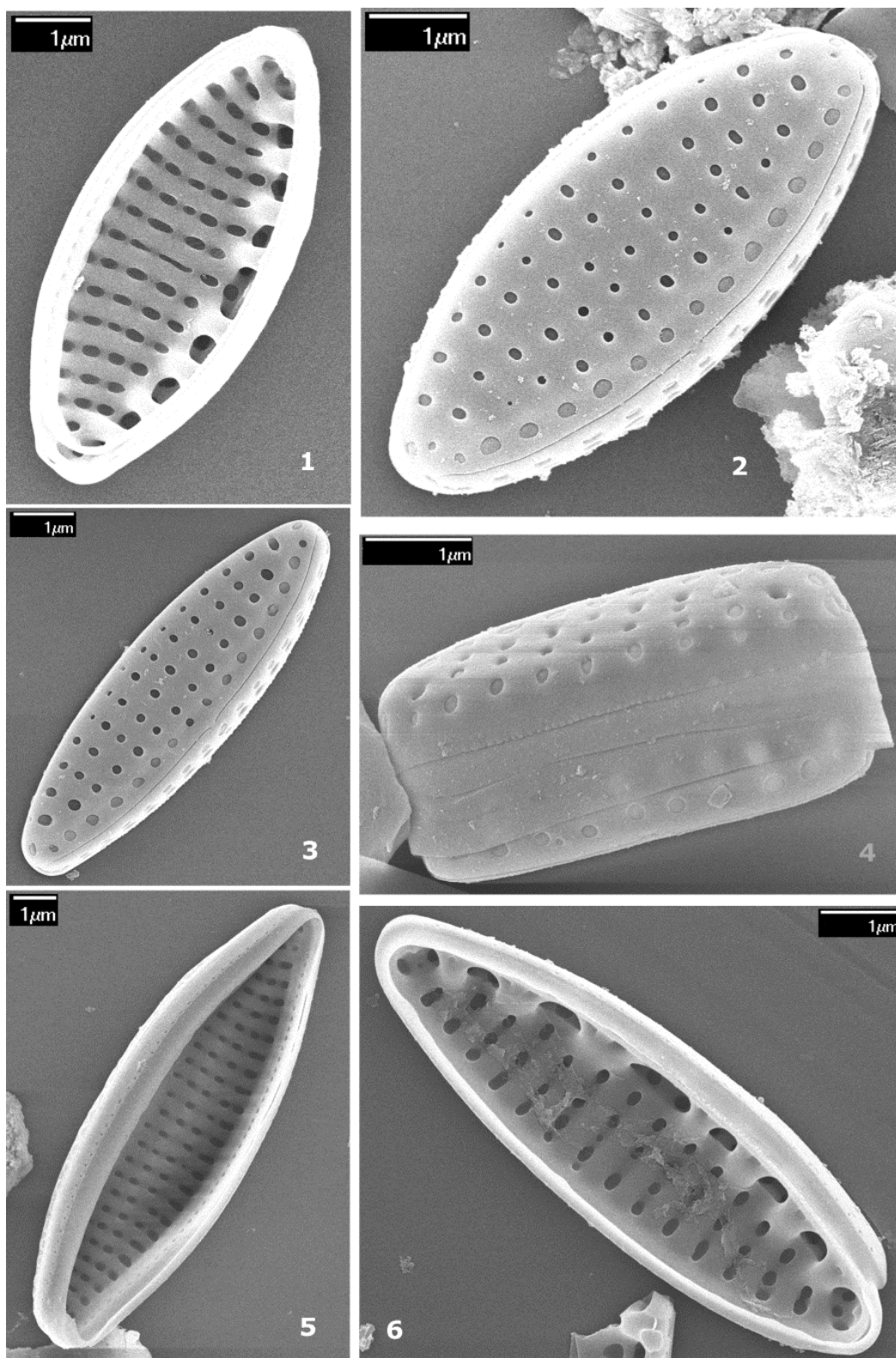
Moyenne des fréquences d'apparition : 22,17.



Planches



Microscopie photonique. *Nitzschia inconspicua* 1–17, 20–23 Vues valvaires. 18–19 vues connectives. 1–19 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Novembre 2009, 20–23 La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage – Octobre 2010.



Microscopie électronique. *Nitzschia inconspicua* 1, 5, 6 – Vues valvaires, vues internes. 2–3 vue valvaires, vues externes. 4 vue connective. 1–6 La Ravine du Cimetière à Saint-Paul – Novembre 2009.

Nitzschia aff. labella [NLAL]

Nitzschia labella Moser, Lange–Bertalot & Metzeltin 1998

Morphométrie : longueur (μm) : 7,0–16,0 ; largeur (μm) : 2,2–3,2.

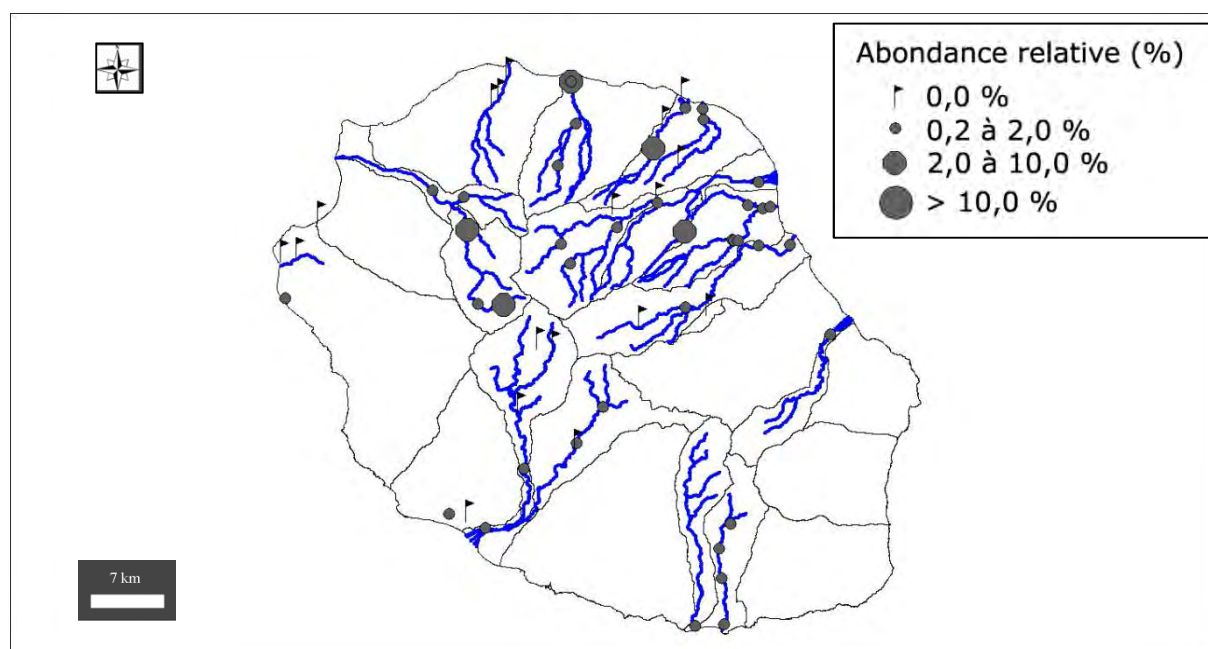
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,07). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,67 (2,55). Taux de saturation en oxygène (%) : 104,1 (15,5). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,08 (0,25). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,31 (0,67). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,07 (0,21). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 12,52 (10,65). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 9,59 (51,11). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 323,3 (1570,0). pH (unité pH) : 8,3 (0,6). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 5,07 (12,28). Titre alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 8,00 (8,12).

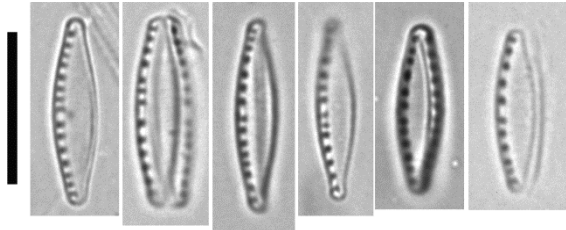
Distribution

Occurrence : 80. Abondance relative maximale (%) : 8,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 0,91.



Planche



1-6

Microscopie photonique. *Nitzschia aff. labella* 1-6 Vues valvaires. 1-6 *La Rivière des Galets*
à Marla – Octobre 2010.

***Nitzschia microcephala* Grunow 1880 [NMIC] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 7–16 ; largeur (μm) : 2,5–4.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 11

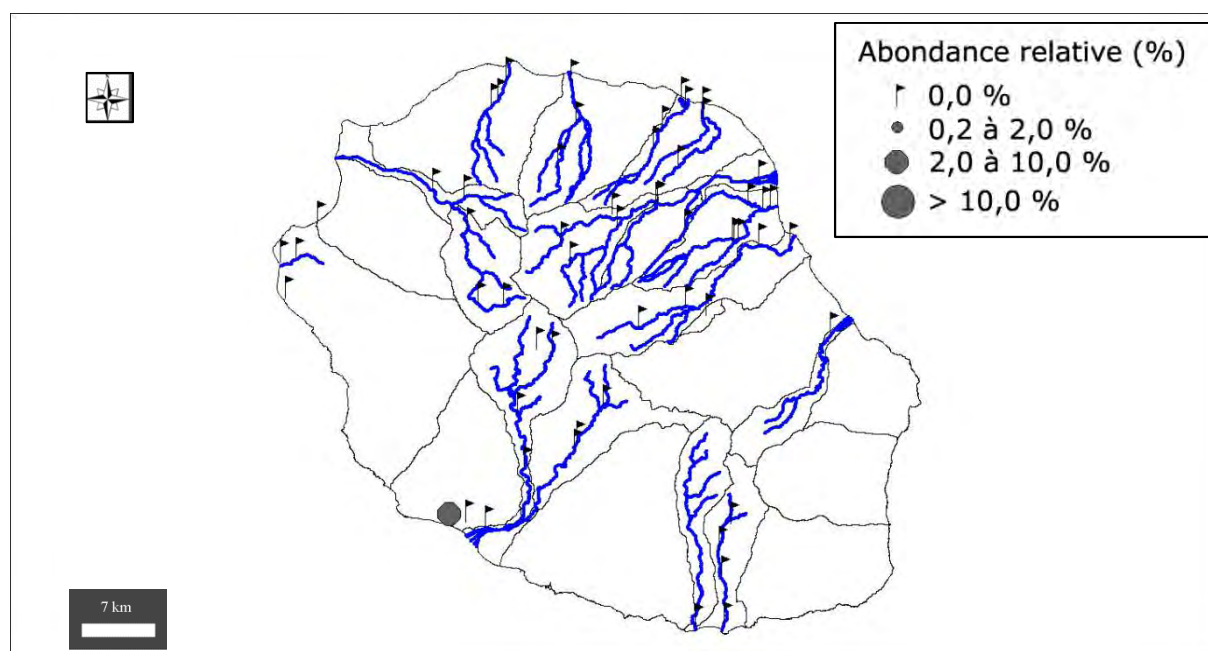
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,61 (0,38). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 20,34 (4,69). Taux de saturation en oxygène (%) : 30,0 (27,1). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 2,27 (0,68). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 3,31 (1,06). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,87 (0,16). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 35,76 (8,25). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 169,80 (24,75). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 1347,5 (286,5). pH (unité pH) : 7,7 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 65,10 (15,03). Titre alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 50,26 (10,38).

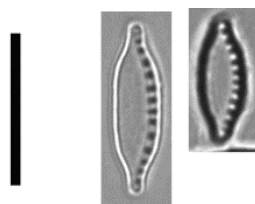
Distribution

Occurrence : 4. Abondance relative maximale (%) : 5,6.

Moyenne des fréquences d'apparition : 2,45.



Planche



1–2

Microscopie photonique. *Nitzschia microcephala* 1–2 Vues valvaires. 1–2 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Mai 2009.

***Nitzschia palea* (Kützing) Smith 1856 [NPAL] ***

Basionyme : *Synedra palea* Kützing 1844

Synonymes : *Homoeocladia palea* (Kützing) Kuntze 1898, *Synedra palea* Kützing 1844

Morphométrie : longueur (μm) : 15,0–55,0 ; largeur (μm) : 2,5–5,0 ;
nombre de fibules en 10 μm : 9–17.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 8 + 11 + 12 + 21

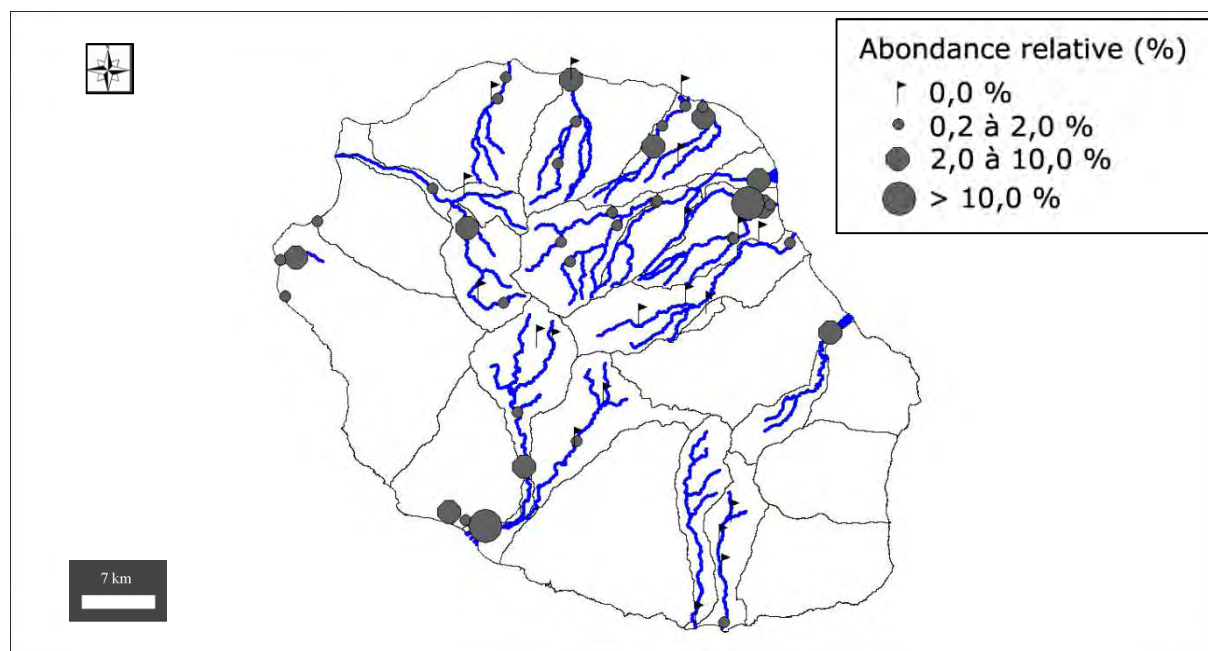
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (-1)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,43 (1,94). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,78 (2,17).
Taux de saturation en oxygène (%) : 97,1 (26,9). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,30 (0,94).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,62 (1,80). Phosphore total (mg(P)) : 0,25 (0,48). Calcium
(mg(Ca)/L) : 15,08 (11,22). Chlorures (mg(Cl)/L) : 28,30 (83,64). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
293,0 (433,9). pH (unité pH) : 8,0 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 18,77 (43,38). Titre
alcalimétrique complet (°f) : 8,17 (6,59).

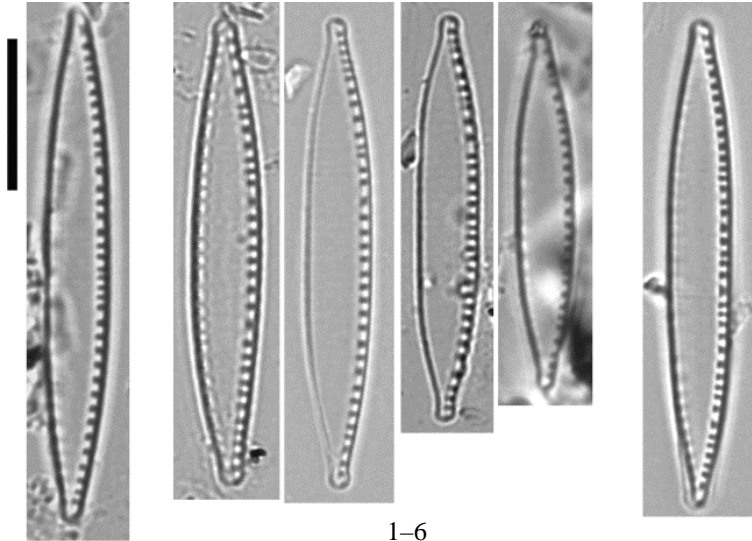
Distribution

Occurrence : 86. Abondance relative maximale (%) : 15,0.

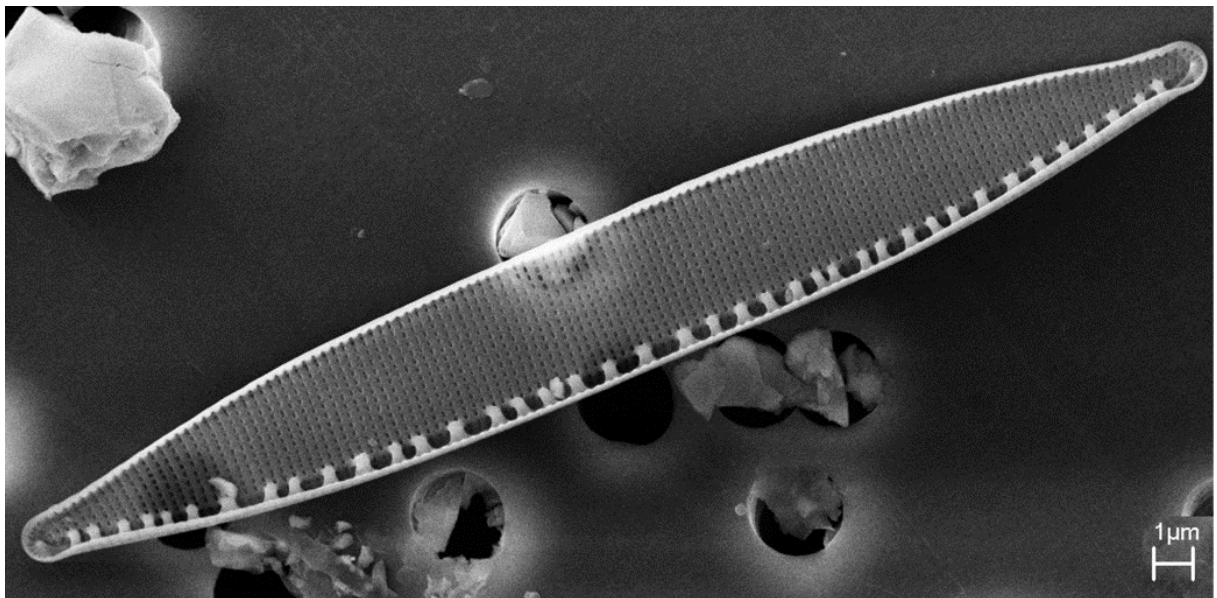
Moyenne des fréquences d'apparition : 1,60.



Planches



Microscopie photonique. *Nitzschia palea* 1–6 Vues valvaires. 1– La Ravine du Gol à Bel Air – Octobre 2010, 2–5 La Grande Rivière Saint–Jean à Bois Rouge – Mai 2009, 6– La Rivière des Fleurs Jaunes au CD 52 – Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Nitzschia palea* 1 Vue valvaire, vue interne. La Grande Rivière Saint–Jean à Bois Rouge – Mai 2009.

***Nitzschia soratensis* E.A. Morales & M.L. Vis 2007 [NSTS] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 4,3–16,1 ; largeur (μm) : 2,4–3,3 ;
nombre de stries en 10 μm : 25–30.

Préférences écologiques

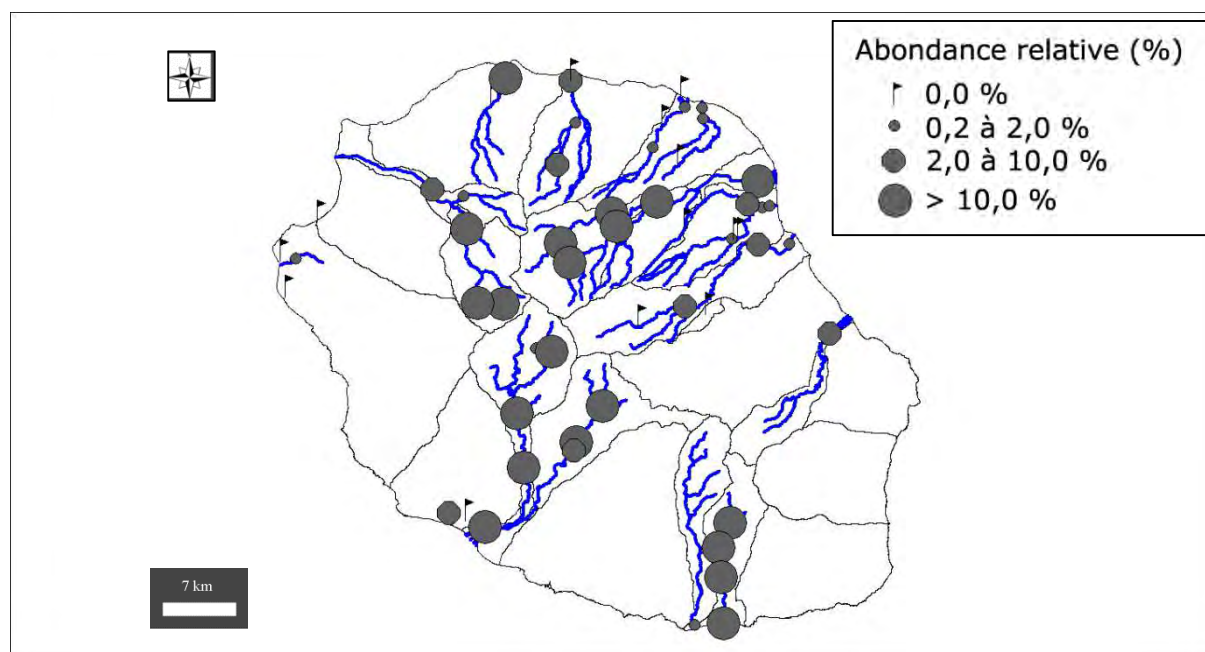
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 19

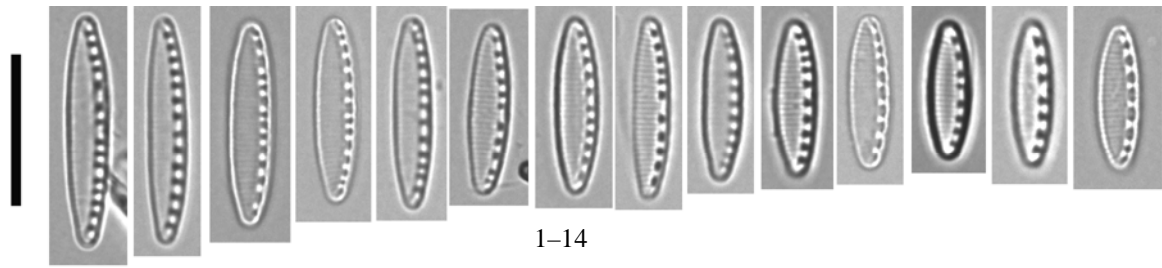
Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,04). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 1,14 (1,59).
Taux de saturation en oxygène (%) : 102,4 (15,7). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,08 (0,18).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,21 (0,49). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,07).
Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 19,94 (8,01). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 2,44 (10,54). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 231,2 (94,2). pH (unité pH) : 8,4 (0,4). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 14,16 (14,39). Titre alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 10,63 (4,37).

Distribution

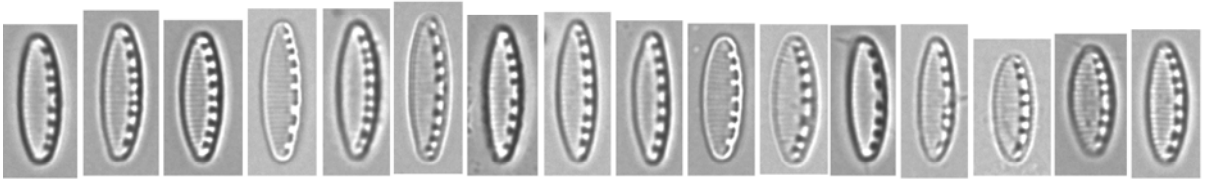
Occurrence : 162. Abondance relative maximale (%) : 82,0.

Moyenne des fréquences d'apparition : 13,08.

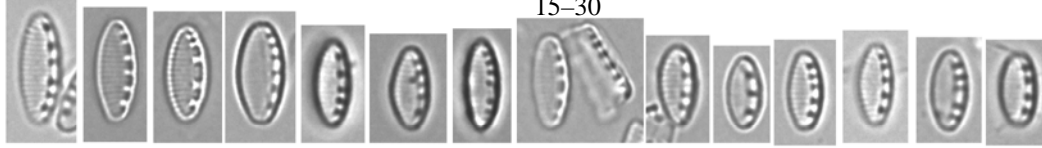




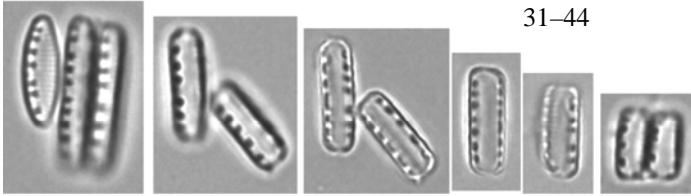
1-14



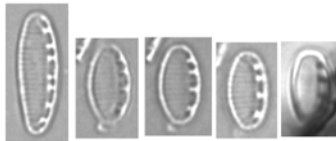
15-30



31-44

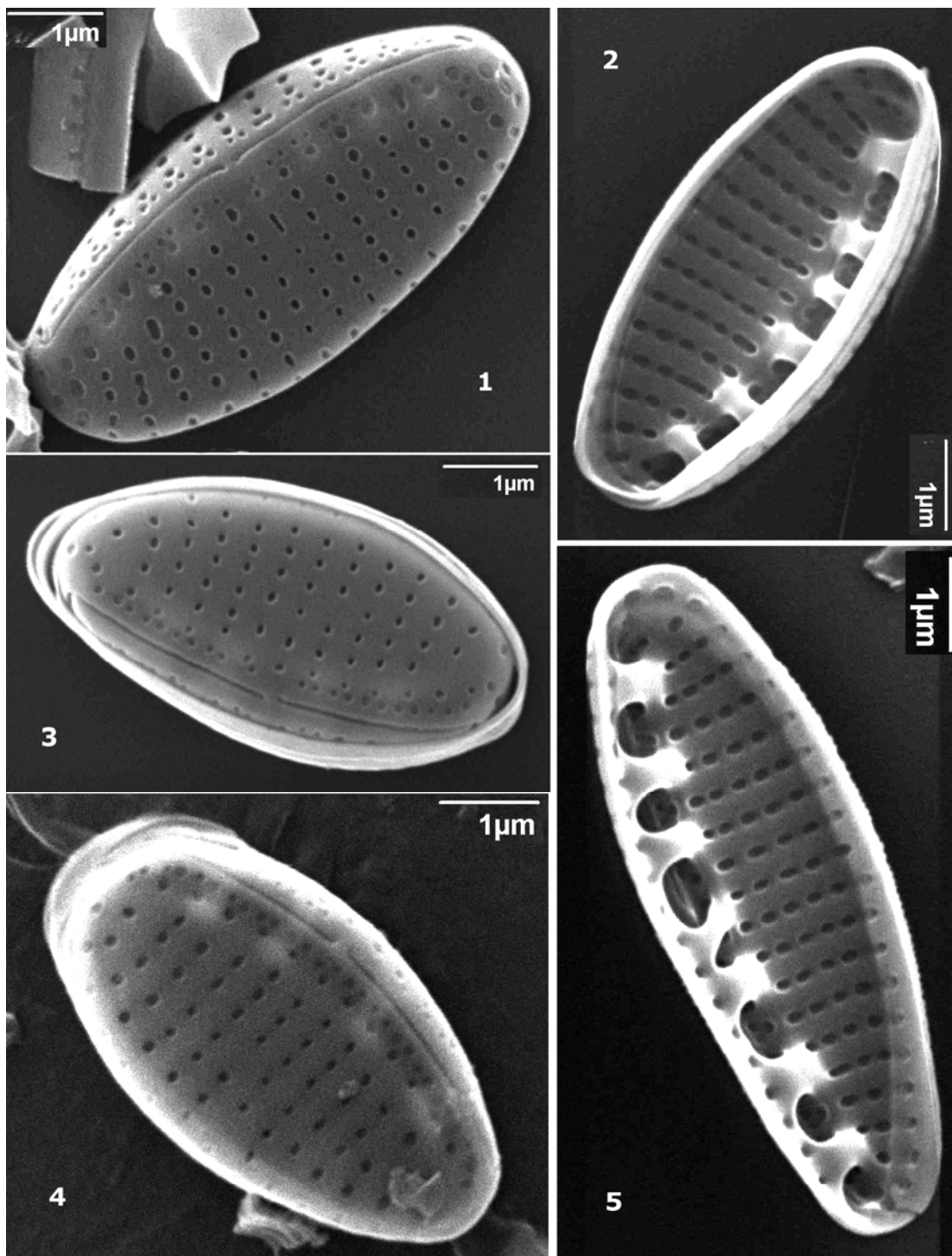


45-50



51-55

Microscopie photonique. *Nitzschia soratensis* 1-44, 51-55 Vues valvaires. 45-50 vues connectives. 1-50 Le Bras de Benjoin à Cilaos (sentier de Trois Mares à Bras Sec) – Avril 2009, 51-55 Le Grand Bras de Cilaos au Pavillon – Octobre 2010.



Microscopie électronique. *Nitzschia soratensis* 1,3,4 Vues valvaires, vues externes. 2,5 vues valvaires, vues internes. 1, 3 Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec (aval puits AEP) – Décembre 2008, 2, 5– Le Bras de Sainte-Suzanne à Grand Bassin (600 m amont cascade) – Mai 2009, 4 La Rivière du Mât à l'ilet à Vidot – Novembre 2008.

Nitzschia sp. n°1 [NZS1]

Morphométrie : longueur (μm) : 24,2–38 ; largeur (μm) : 3,6–3,8.

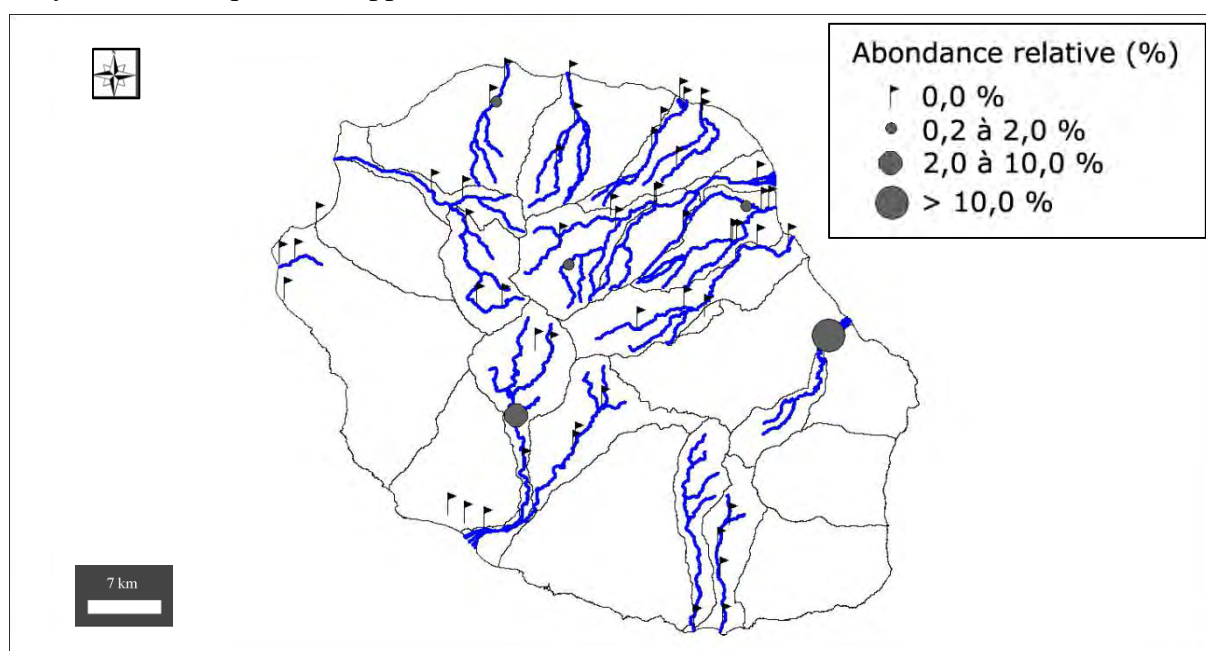
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 0,95 (1,24). Taux de saturation en oxygène (%) : 113,3 (5,7). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,05 (0,06). Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,14 (0,11). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,04 (0,02). Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 22,90 (5,61). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 3,24 (2,12). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 299,0 (79,3). pH (unité pH) : 8,8 (0,2). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 32,14 (24,40). Titre alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 12,52 (3,06).

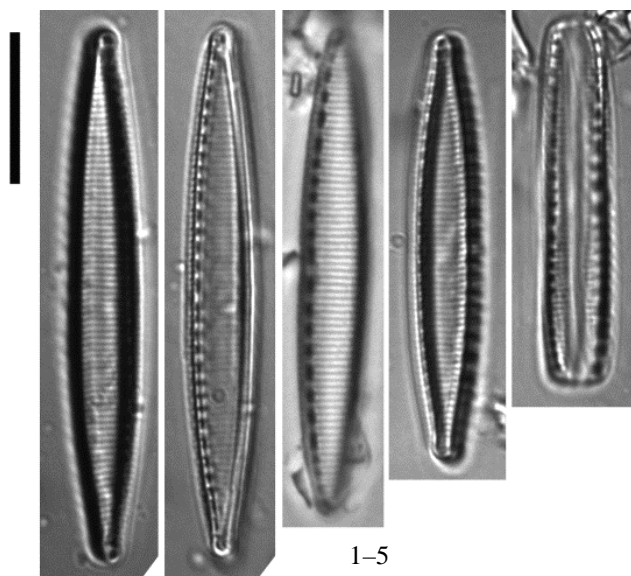
Distribution

Occurrence : 5. Abondance relative maximale (%) : 20,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 4,16.



Planche



Microscopie photonique. *Nitzschia* sp. n°1 1–5 Vues valvaires. 1–5 La Rivière de l'Est aval–Novembre 2009.

***Nitzschia* sp. n°30 [NZX0]**

Morphométrie : longueur (µm) : 20,0–33,0 ; largeur (µm) : 2,6–4,0.

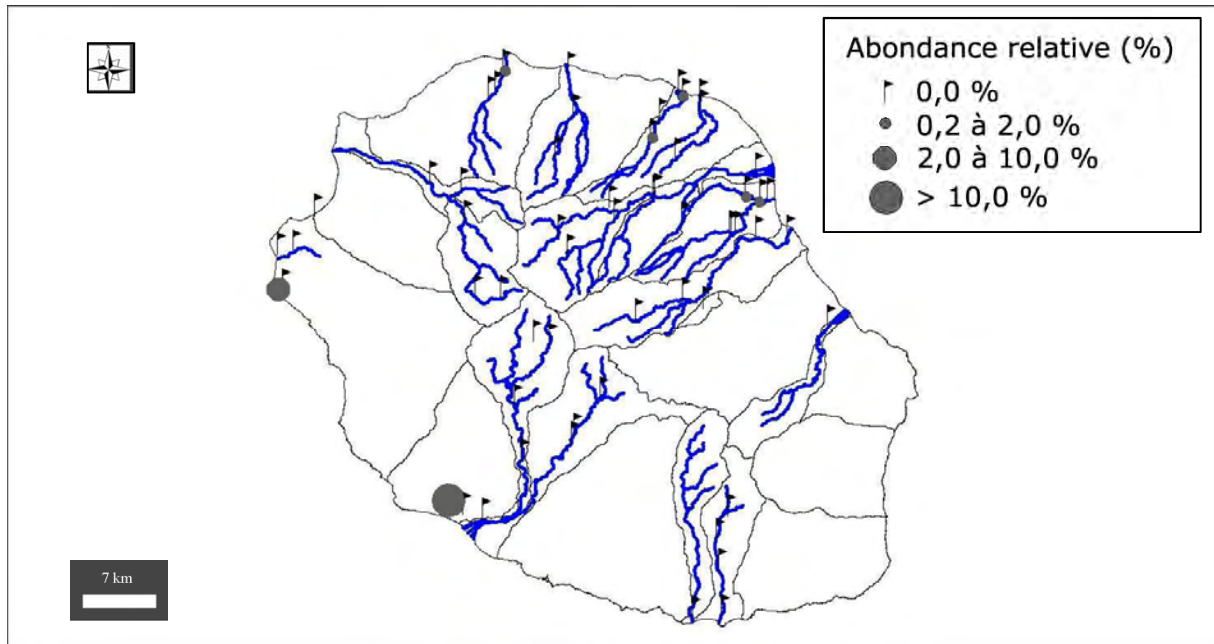
Préférences écologiques

Taxon indicateur négatif IDR – valence d’altération (–5)

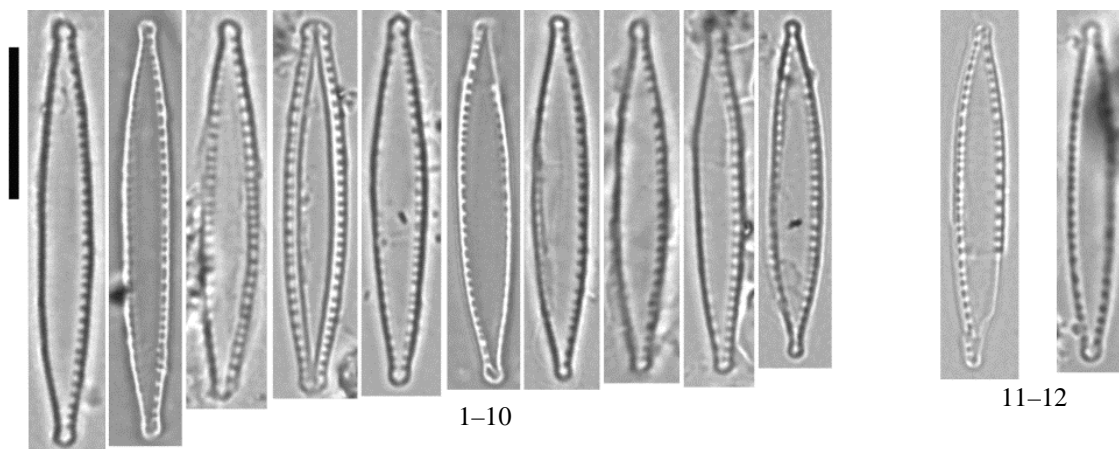
Ammonium (mg(NH₄)/L) : 1,00 (2,94). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 17,13 (8,50). Taux de saturation en oxygène (%) : 16,2 (39,9). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 3,30 (3,68). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 2,90 (2,32). Phosphore total (mg(P)) : 1,08 (0,85). Calcium (mg(Ca)/L) : 39,84 (14,40). Chlorures (mg(Cl)/L) : 208,76 (202,21). Conductivité (µS/cm) : 1216,0 (856,4). pH (unité pH) : 7,5 (0,3). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 55,88 (32,12). Titre alcalimétrique complet (°f) : 38,87 (20,66).

Distribution

Occurrence : 8. Abondance relative maximale (%) : 57,6. Moyenne des fréquences d'apparition : 9,30.



Planche



Microscopie photonique. *Nitzschia* sp. n°30 1–12 Vues valvaires. 1–10 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Mai 2009, 11–12 La Ravine du Maniron au Plateau du Gol – Octobre 2010.

***Nitzschia* sp. n°36 [NZBO] ***

Morphométrie : longueur (µm) : 8,8–24,2 ; largeur (µm) : 2,4–4,1 ;
nombre de stries en 10 µm : 21–24.

Préférences écologiques

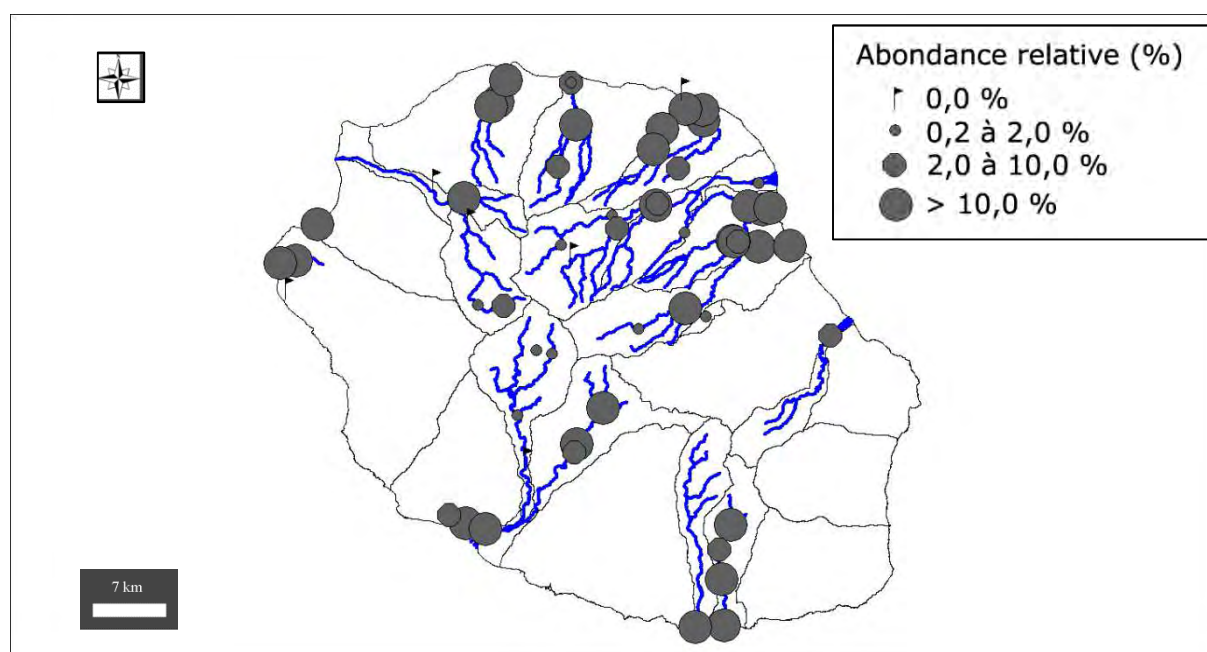
IndVal « Multipattern » : 7 + 8 + 12 + 19 + 21

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,04 (0,14). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,19 (1,12).
Taux de saturation en oxygène (%) : 91,5 (17,2). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,13 (0,24).
Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,15 (0,52). Phosphore total (mg(P)) : 0,08 (0,09). Calcium
(mg(Ca)/L) : 13,02 (14,75). Chlorures (mg(Cl)/L) : 14,97 (23,34). Conductivité (µS/cm) :
202,1 (249,1). pH (unité pH) : 7,8 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 23,72 (64,81). Titre
alcalimétrique complet (°f) : 5,51 (3,64).

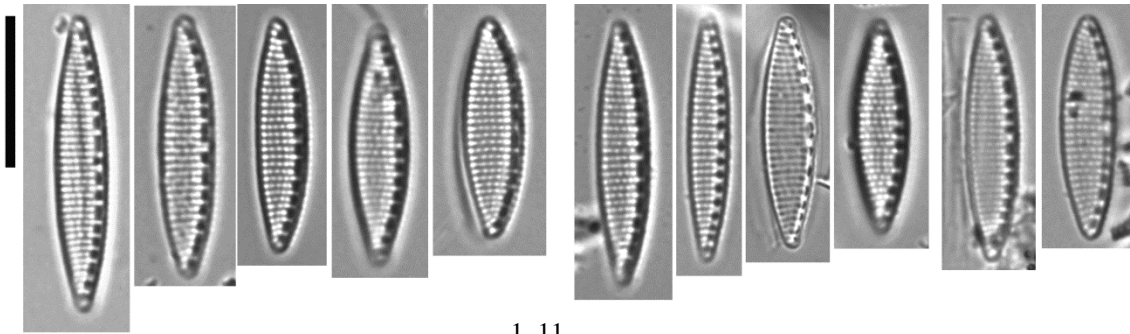
Distribution

Occurrence : 196. Abondance relative maximale (%) : 84,8.

Moyenne des fréquences d'apparition : 12,29.

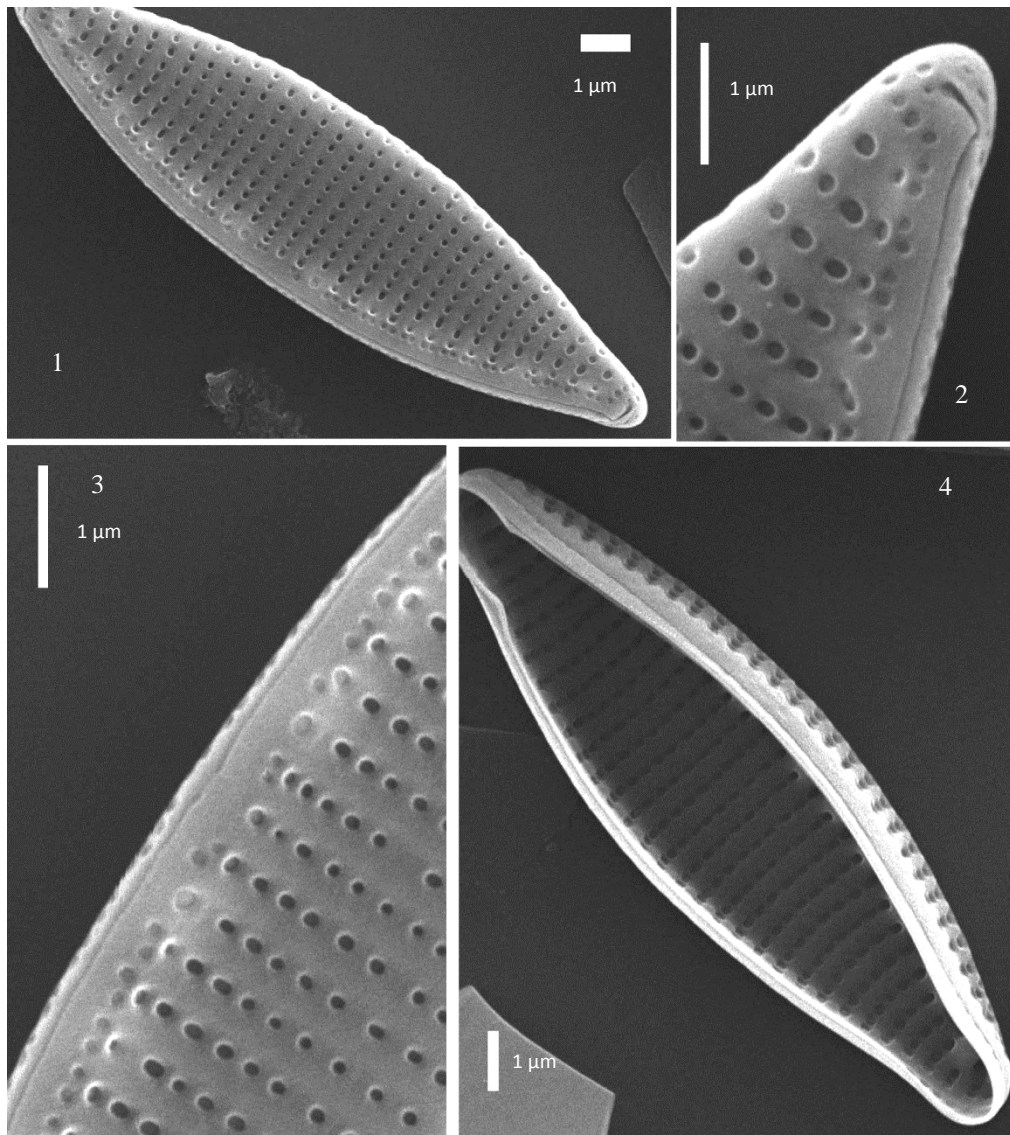


Planches



1-11

Microscopie photonique. *Nitzschia* sp. n°36 1-11 Vues valvaires. 1-5 Le Bras de Sainte-Suzanne à Grand Bassin – Décembre 2008, 6-9 Le Bras de la Plaine à l'Ilet du Bras Sec – Décembre 2008, 10-11 La Rivière Saint-Denis en amont du captage AEP – Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Nitzschia* sp. n°36 1 Vue valvaire, vue externe. 2 Détail, extrémité distale, vue externe. 3 Détail, raphé, vue externe. 4 Vue valvaire, vue interne. 1-4 La Rivière Saint-Denis amont captage AEP – Novembre 2008.

***Nitzschia* sp. n° 37 [NSN1] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 10,5–27,2 ; largeur (μm) : 3,2–5,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 22–26.

Préférences écologiques

IndVal « Multipattern » : 11

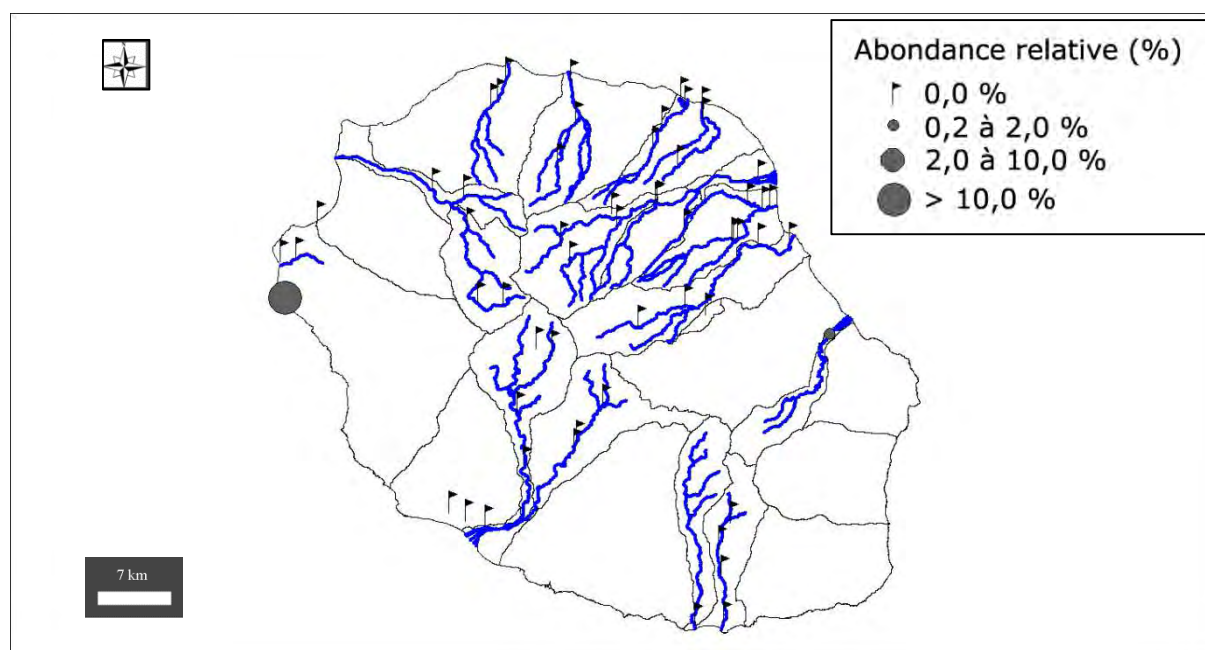
Taxon indicateur négatif IDR – valence d'altération (–5)

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 12,09 (4,84). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 7,70 (1,64). Taux de saturation en oxygène (%) : 35,9 (19,5). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 3,69 (1,93). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 12,09 (5,06). Phosphore total (mg(P)) : 1,48 (0,47). Calcium (mg(Ca)/L) : 32,10 (5,68). Chlorures (mg(Cl)/L) : 356,79 (109,35). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 2025,8 (559,6). pH (unité pH) : 7,6 (0,2). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 72,70 (19,28). Titre alcalimétrique complet (°f) : 18,10 (3,96).

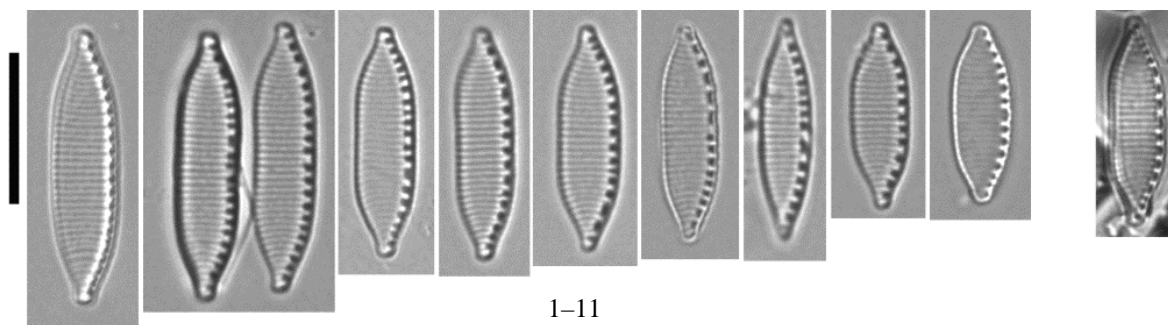
Distribution

Occurrence : 6. Abondance relative maximale (%) : 49,4.

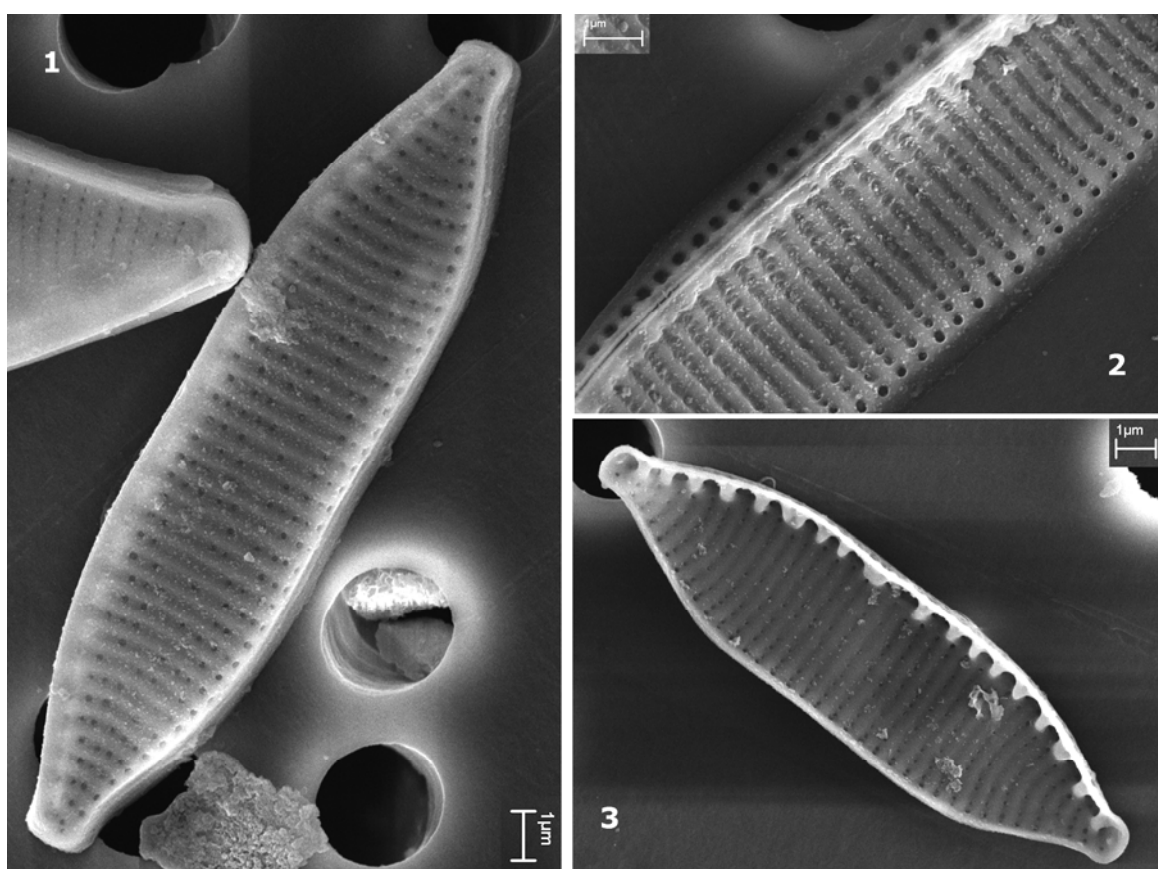
Moyenne des fréquences d'apparition : 13,17.



Planches



Microscopie photonique. *Nitzschia sp. n° 37* 1 – 11 Vues valvaires. 1-11 La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage – Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Nitzschia sp. n° 37* 1– Vue valvaire, vue externe. 2– détail, partie centrale de la valve, vue externe. 3– Vue valvaire, vue interne. 1-3 La Ravine de l'Ermitage à l'Ermitage – Novembre 2008.

Nitzschia sp. n° 38 [NSN2]

Morphométrie : longueur (μm) : 4,1–7,7 ; largeur (μm) : 1,5–2,7 ;
nombre de stries en 10 μm : 20–25.

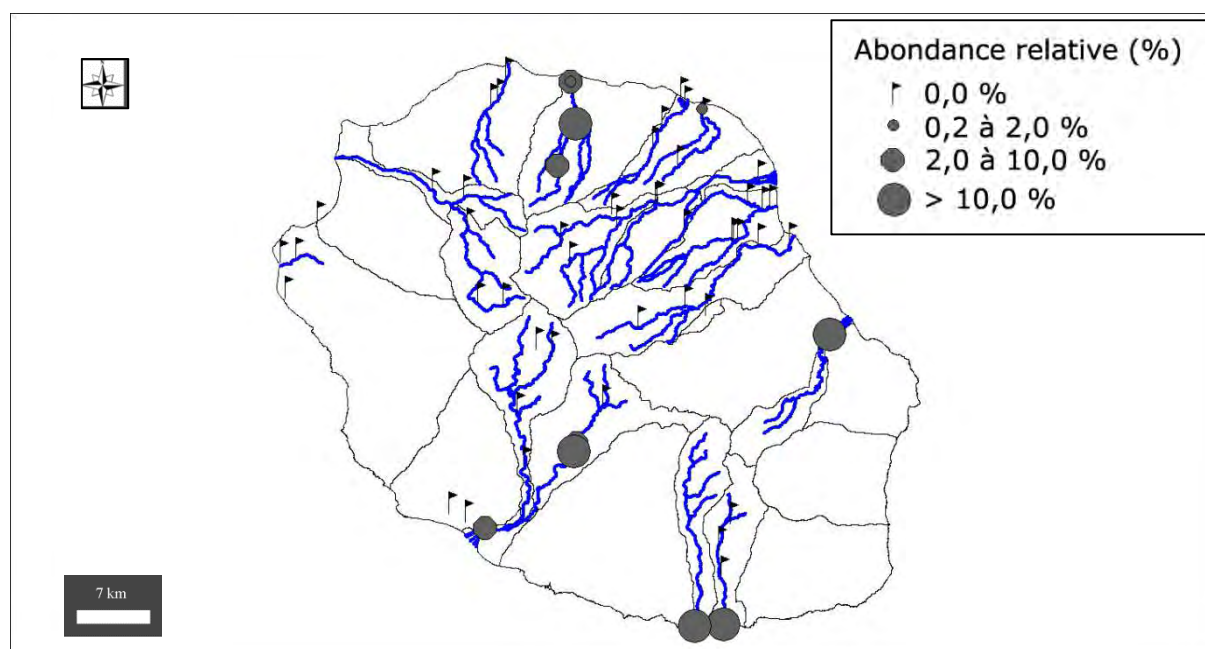
Préférences écologiques

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,01 (0,49). Carbone organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 0,59 (0,79).
Taux de saturation en oxygène (%) : 89,5 (14,0). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,13 (0,06).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,01 (0,34). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,07 (0,02). Calcium
($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 7,39 (1,82). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 2,77 (0,63). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 94,8
(18,5). pH (unité pH) : 7,9 (0,7). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 2,02 (2,14). Titre alcalimétrique
complet (°f) : 4,48 (0,83).

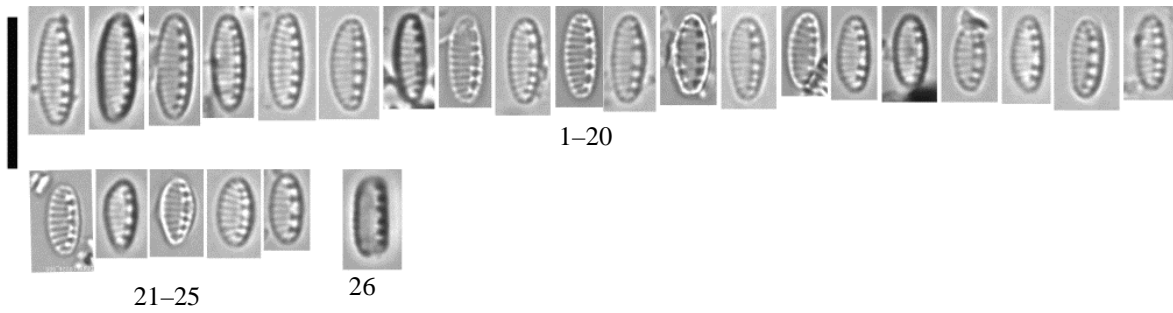
Distribution

Occurrence : 28. Abondance relative maximale (%) : 79,4.

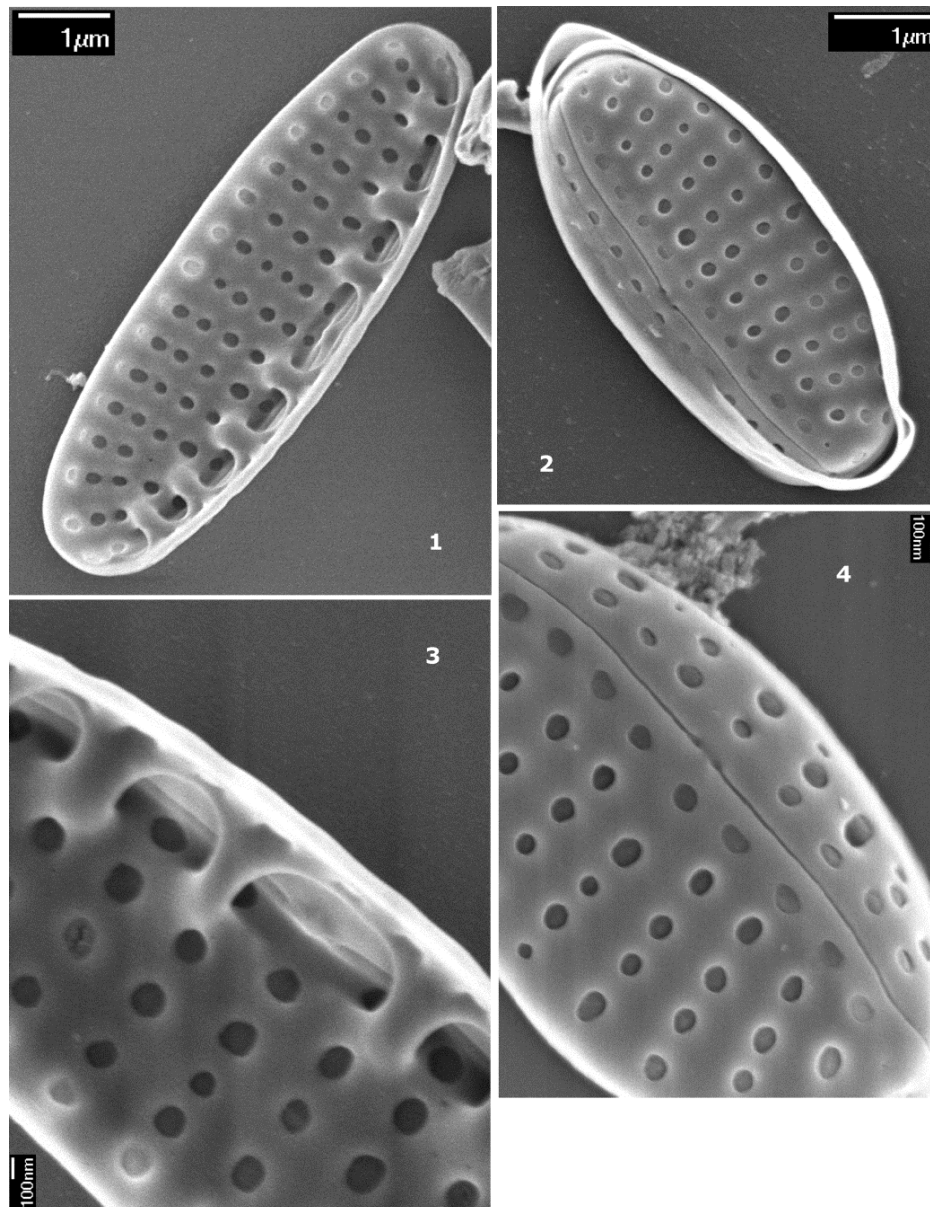
Moyenne des fréquences d'apparition : 16,61.



Planches



Microscopie photonique. *Nitzschia sp. n° 38* 1–25 Vues valvaires. 26 vues connective. 1–26 *La Rivière des Remparts à Le Butor – Avril 2010.*



Microscopie électronique. *Nitzschia sp. n° 38* 1– vue valvaire, vue interne. 2– vue valvaire, vue externe. 3 détail de la zone centrale de la valve, vue interne. 4 détail de la zone centrale de la valve, vue externe. 1–4 *La Rivière des Remparts à Le Butor – Avril 2010.*

Nitzschia tropica Hustedt 1949 [NTRO] *

Morphométrie : longueur (μm) : 14,5–40,0 ; largeur (μm) : 3–4 ;
nombre de stries en 10 μm : 23–25.

Préférences écologiques

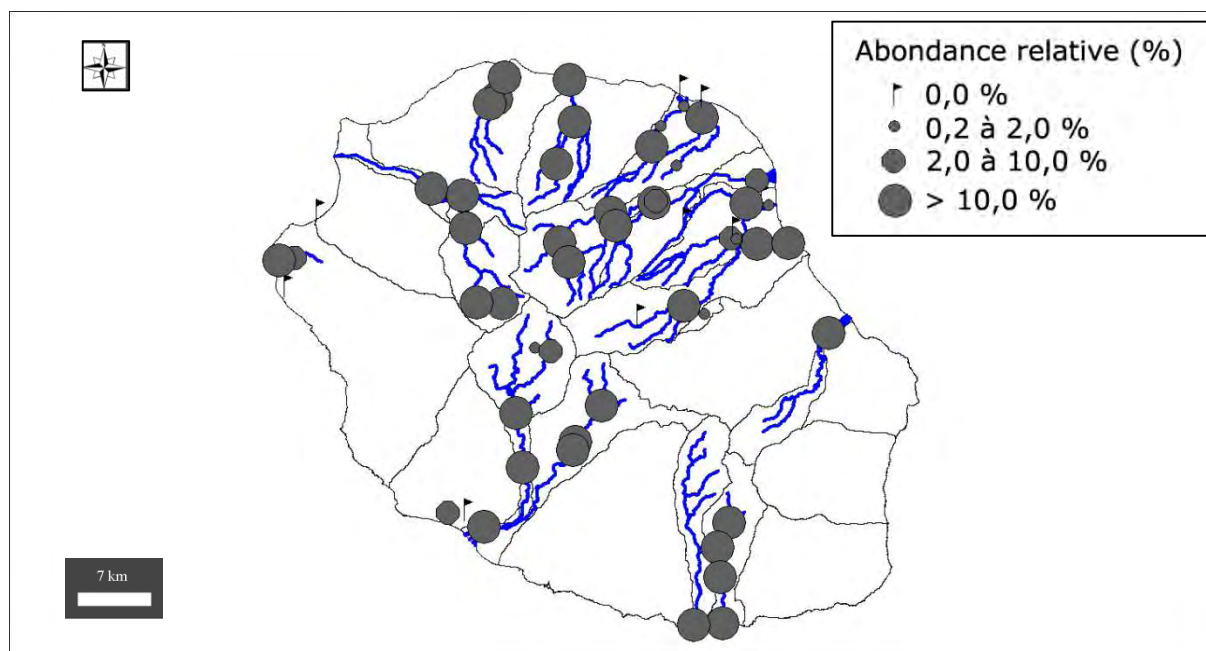
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 7 + 8 + 19

Ammonium ($\text{mg}(\text{NH}_4)/\text{L}$) : 0,02 (0,12). Carbone organique Dissous ($\text{mg}(\text{C})/\text{L}$) : 0,59 (0,79).
Taux de saturation en oxygène (%) : 104,4 (12,9). Orthophosphates ($\text{mg}(\text{PO}_4)/\text{L}$) : 0,11 (0,12).
Azote Kjeldahl ($\text{mg}(\text{N})/\text{L}$) : 1,11 (0,60). Phosphore total ($\text{mg}(\text{P})$) : 0,06 (0,06).
Calcium ($\text{mg}(\text{Ca})/\text{L}$) : 11,19 (7,09). Chlorures ($\text{mg}(\text{Cl})/\text{L}$) : 3,12 (8,50). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) :
140,7 (113,0). pH (unité pH) : 8,4 (0,5). Sulfates ($\text{mg}(\text{SO}_4)/\text{L}$) : 6,93 (11,94). Titre
alcalimétrique complet ($^\circ\text{f}$) : 6,39 (3,96).

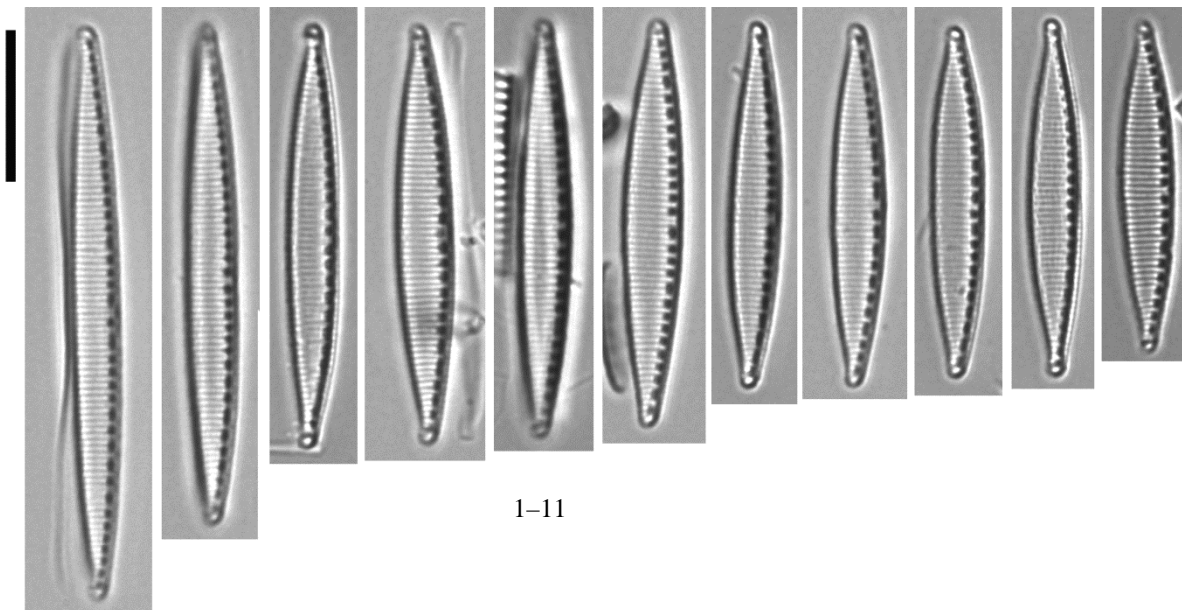
Distribution

Occurrence : 200. Abondance relative maximale (%) : 84,4.

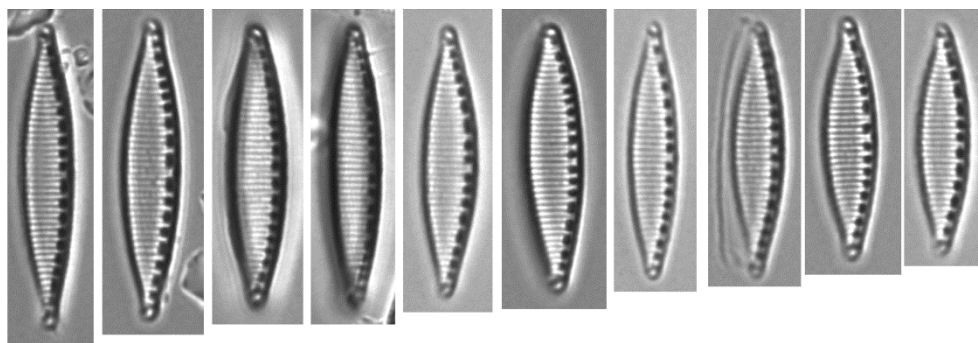
Moyenne des fréquences d'apparition : 23,27.



Planches



1-11



12-21

Microscopie photonique. *Nitzschia tropica* 1-21 Vues valvaires. 1-21 Le Bras de Sainte-Suzanne amont captage ILO – Novembre 2008.

Ordre **Rhopalodiales** Mann in Round *et al.* 1990
Famille **Rhopalodiaceae** (Karsten) Topachevsky et Oksiyuk 1960

Genre *Epithemia* Kützing 1844 [1]

Généritype : *Epithemia adnata* (Erhenberg) Kützing 1844

***Epithemia adnata* (Kützing) Brébisson 1838 [EADN] ***

Basionyme : *Frustulia adnata* Kützing 1833

Synonymes : *Epithemia adnata* (Kützing) Ross 1950, *Frustulia adnata* Kützing 1833, *Eunotia adnata* (Brébisson in Brébisson & Godey) Rabenhorst 1853.

Morphométrie : longueur (μm) : 15,0–150,0 ; largeur (μm) : 7,0–14,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 11–14.

Préférences écologiques

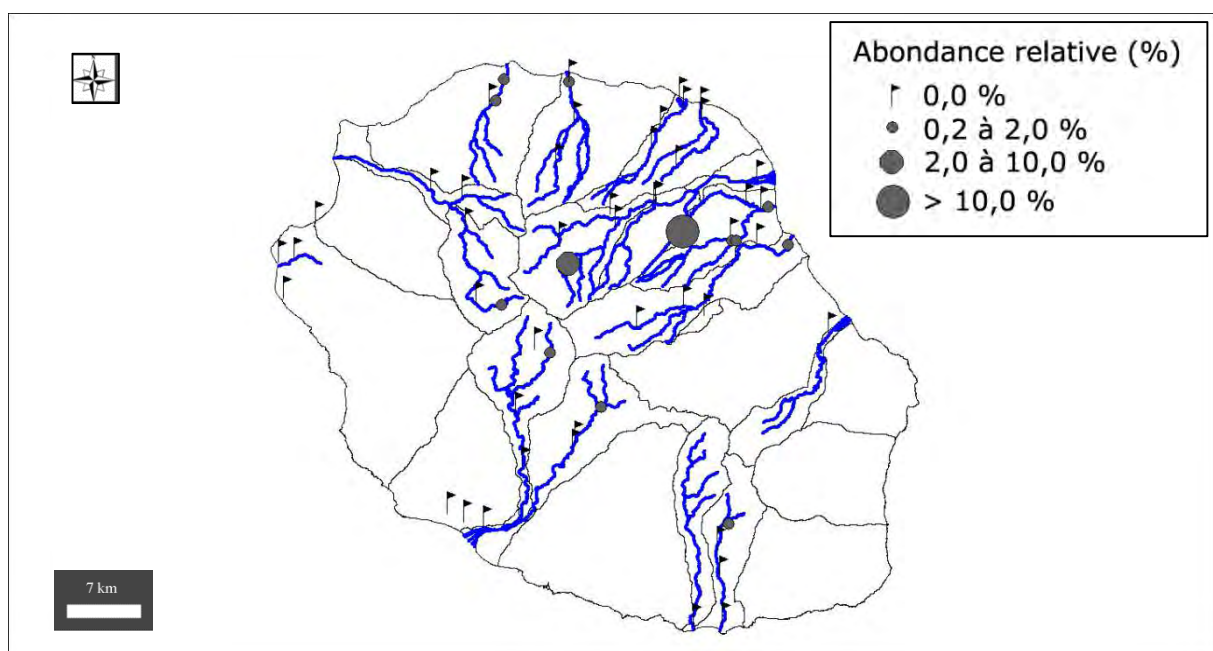
IndVal « Multipattern » : 20

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,17 (1,16). Taux de saturation en oxygène (%) : 92,4 (13,5). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,02 (0,01). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 0,97 (0,61). Phosphore total (mg(P)) : 0,05 (0,06). Calcium (mg(Ca)/L) : 7,84 (12,47). Chlorures (mg(Cl)/L) : 2,13 (0,85). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 90,6 (126,9). pH (unité pH) : 7,8 (0,5). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 2,64 (6,41). Titre alcalimétrique complet (°f) : 4,46 (7,48).

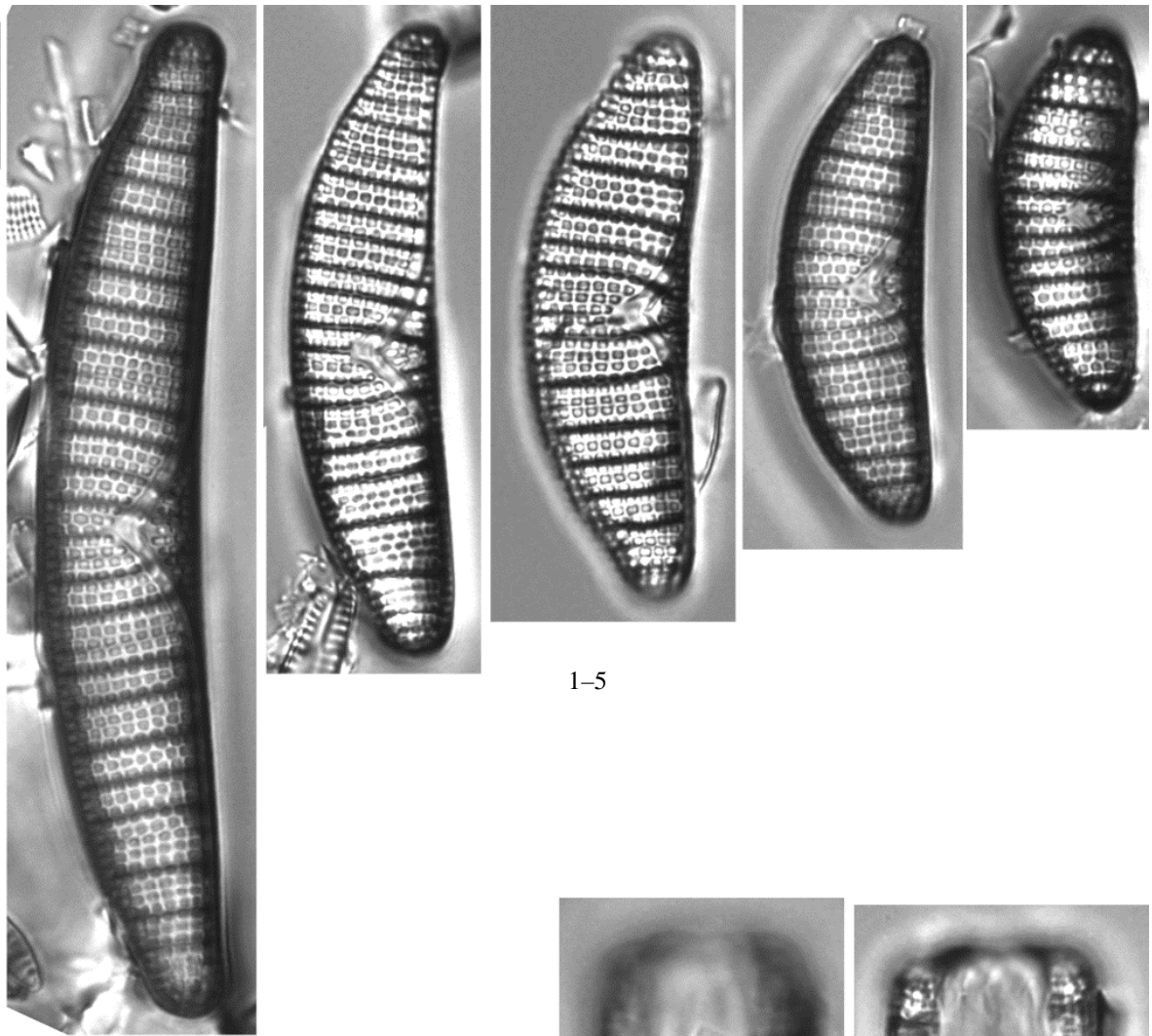
Distribution

Occurrence : 25. Abondance relative maximale (%) : 16,4.

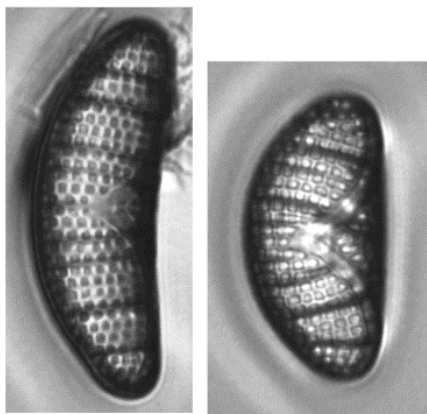
Moyenne des fréquences d'apparition : 3,23.



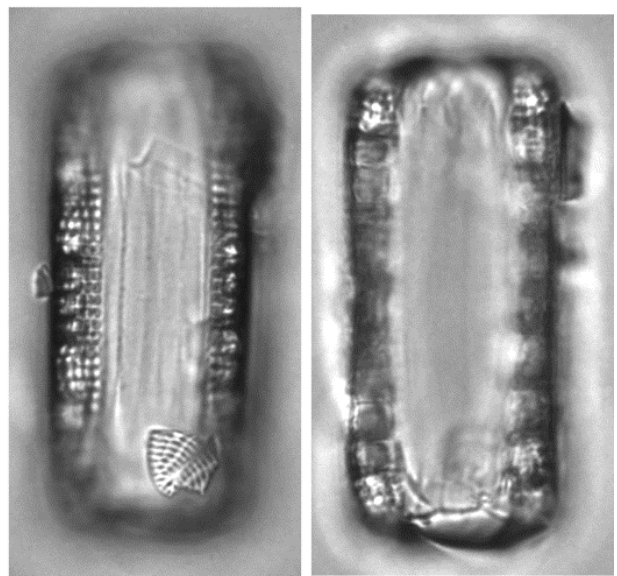
Planches



1-5

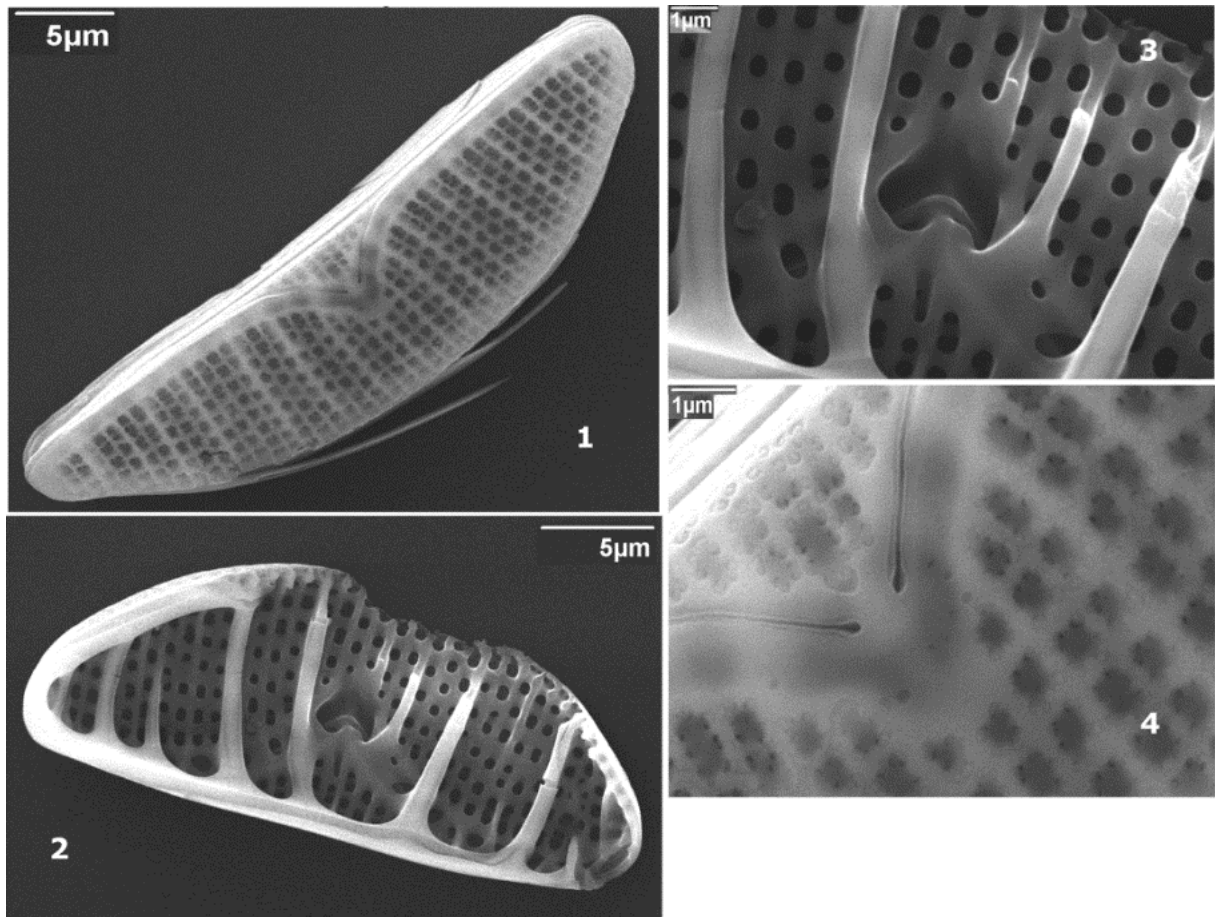


6-7



8-9

Microscopie photonique. *Epithemia adnata* 1-7 Vues valvaires. 8-9 vues connectives. 1-7
Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Novembre 2008



Microscopie électronique. *Epithemia adnata* 1– Vue valvaire, vue externe. 2– vue valvaire, vue interne. 3– détail, extrémités proximales du raphé, vue interne. 4– Extrémités proximales du raphé, vue externe. 1–4 Le Bras des Lianes à Bellevue les Hauts – Mai 2009.

Genre *Rhopalodia* Müller 1895 [4]

Généritype : *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg 1830) Müller 1895

***Rhopalodia hirundiniformis* Müller 1895 [RHIR] ***

Morphométrie : longueur (μm) : 60,0–130,0 ; largeur (μm) : 10,0–12,0 ;
nombre de stries en 10 μm : 24–35.

Préférences écologiques

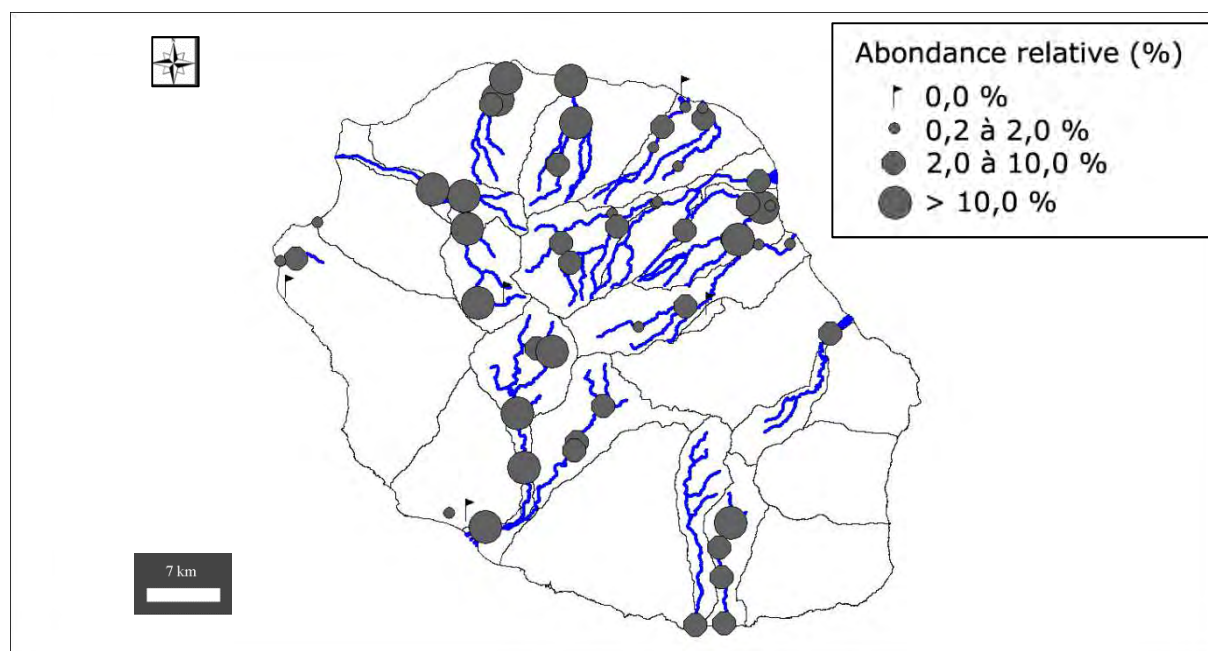
IndVal « Multipattern » : 4 + 5 + 7 + 8 + 19 + 20

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,03). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 1,05 (1,31). Taux de saturation en oxygène (%) : 105,0 (13,7). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,06 (0,09). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,26 (0,73). Phosphore total (mg(P)) : 0,04 (0,04). Calcium (mg(Ca)/L) : 14,16 (7,67). Chlorures (mg(Cl)/L) : 3,13 (5,59). Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$) : 169,8 (97,5). pH (unité pH) : 8,5 (0,8). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 11,01 (16,13). Titre alcalimétrique complet (°f) : 7,66 (3,84).

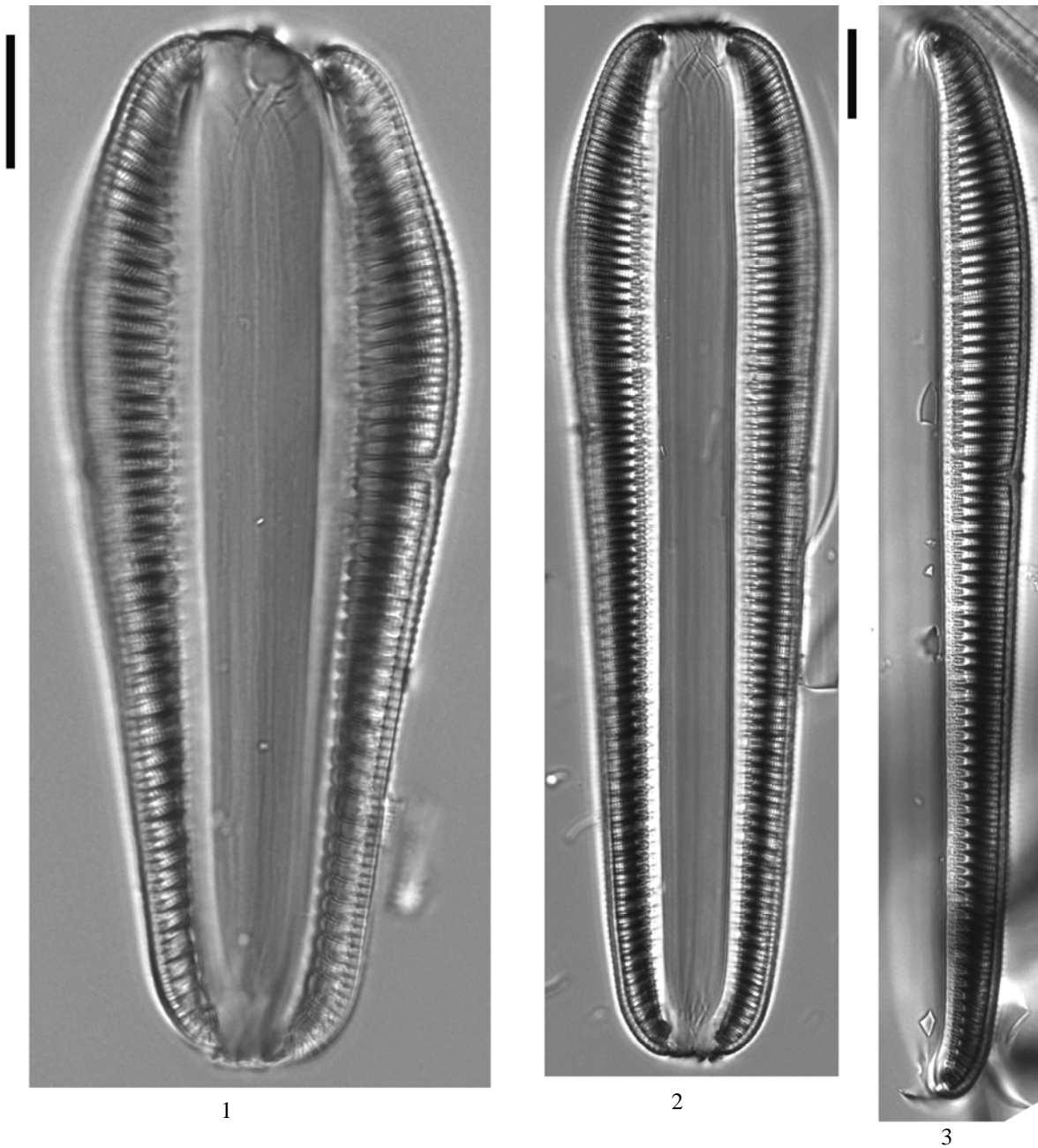
Distribution

Occurrence : 215. Abondance relative maximale (%) : 82,0.

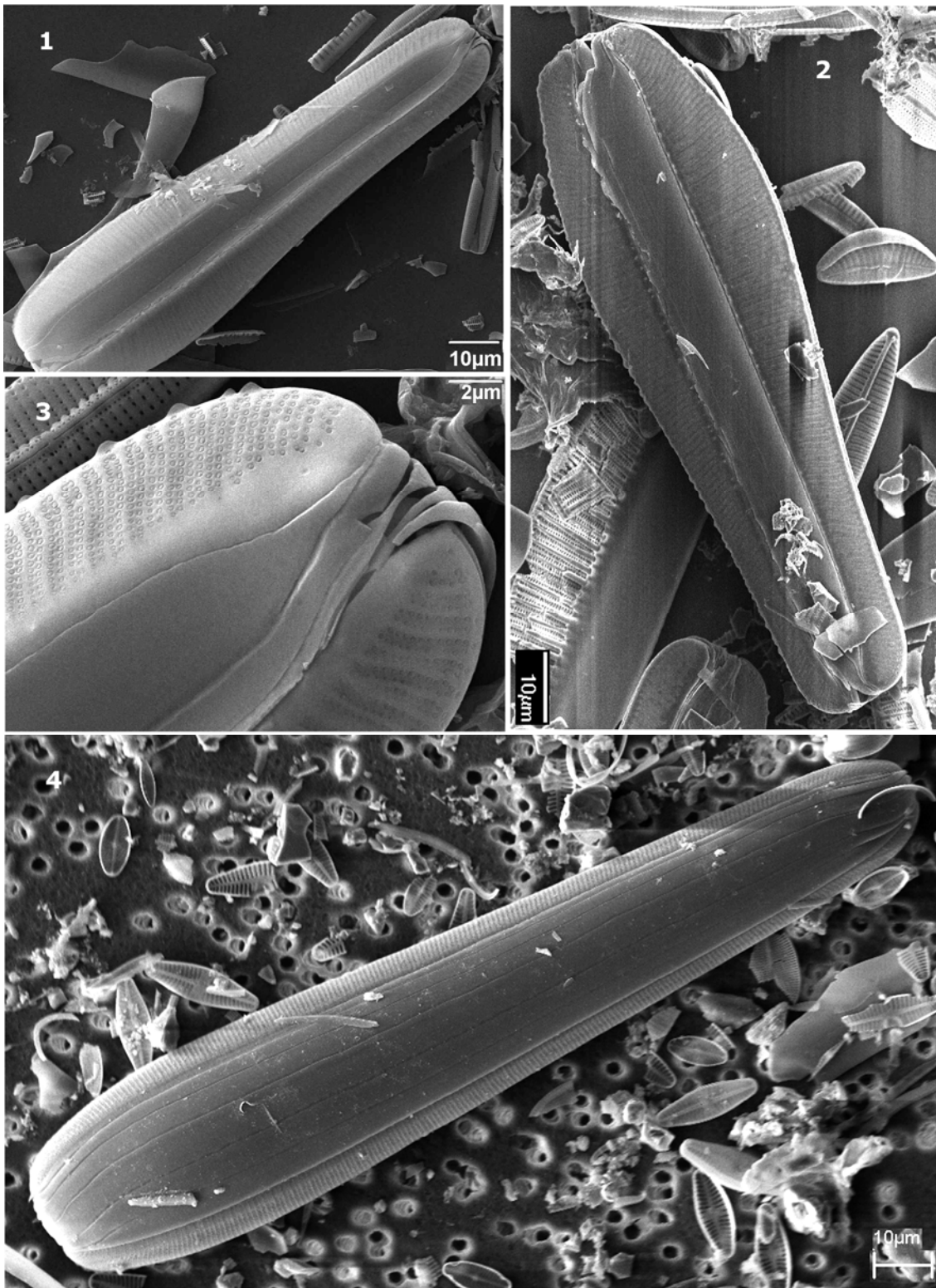
Moyenne des fréquences d'apparition : 5,76.



Planches



Microscopie photonique. *Rhopalodia hirundiniformis* 1–3 Vues connectives. 1–3 La Rivière des Galets à Ilet Malidé – Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Rhopalodia hirundiniformis* 1, 2, 4– Vues connectives. 3 – détail, partie distale. 1–4 La Rivière des Galets à Ilet Malidé – Novembre 2008.

Ordre **Surirellales** Mann in Round *et al.* 1990

Famille **Surirellaceae** Kützing 1844

Genre ***Stenopterobia*** Brébisson ex Van Heurck 1896 [1]

Généritype : *Surirella intermedia* Lewis 1864 (= *Stenopterobia sigmatella* (Greg.) Ross, according to Round, Crawford & Mann 1990)

***Stenopterobia* sp. n°1 [STB1] ***

Stenopterobia schweickerdtii (Cholnoky) Brassac, Ludwig et Torgan 2003

Basionyme : *Surirella schweickerdtii* Cholnoky 1954

Synonyme : *Surirella schweickerdtii* Cholnoky 1954

Morphométrie : longueur (µm) : 38,0–92,0 ; largeur (µm) : 5,5–6,5 ;
nombre de stries en 10 µm : 6–8.

Préférences écologiques

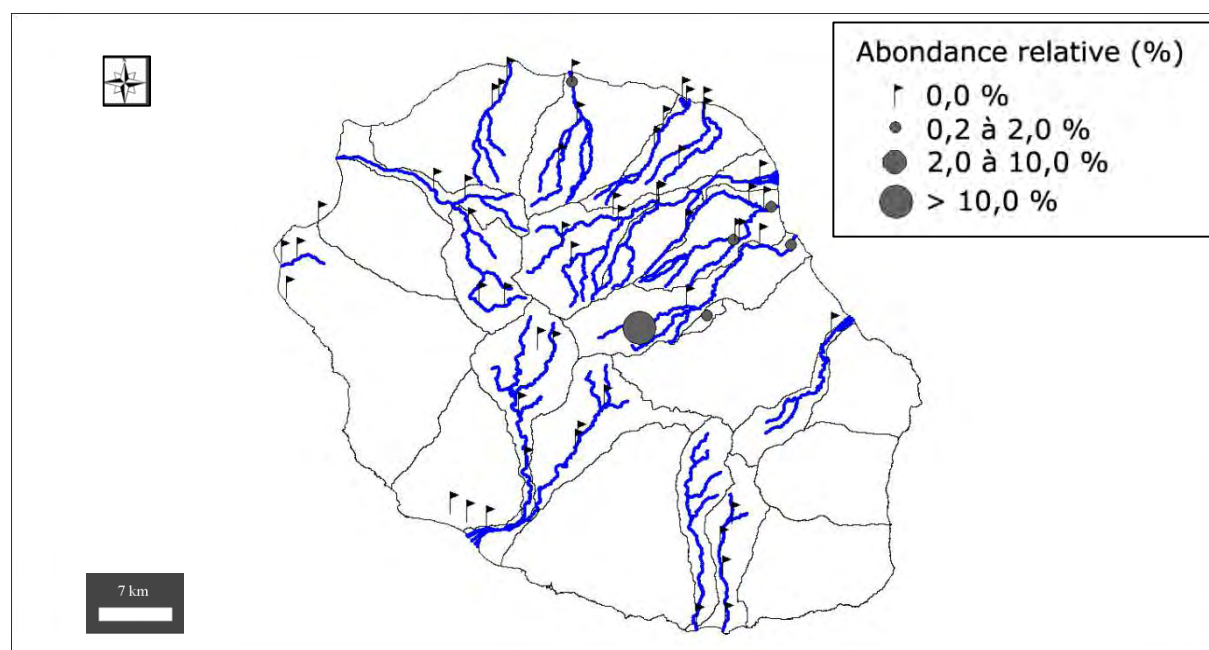
IndVal « Multipattern » : 15

Ammonium (mg(NH₄)/L) : 0,01 (0,49). Carbone Organique Dissous (mg(C)/L) : 3,64 (1,38). Taux de saturation en oxygène (%) : 74,5 (22,2). Orthophosphates (mg(PO₄)/L) : 0,03 (0,02). Azote Kjeldahl (mg(N)/L) : 1,02 (0,50). Phosphore total (mg(P)) : 0,06 (0,08). Calcium (mg(Ca)/L) : 0,51 (1,18). Chlorures (mg(Cl)/L) : 0,57 (0,98). Conductivité (µS/cm) : 14,3 (14,3). pH (unité pH) : 6,0 (0,8). Sulfates (mg(SO₄)/L) : 0,34 (0,20). Titre alcalimétrique complet (°f) : 0,52 (0,64).

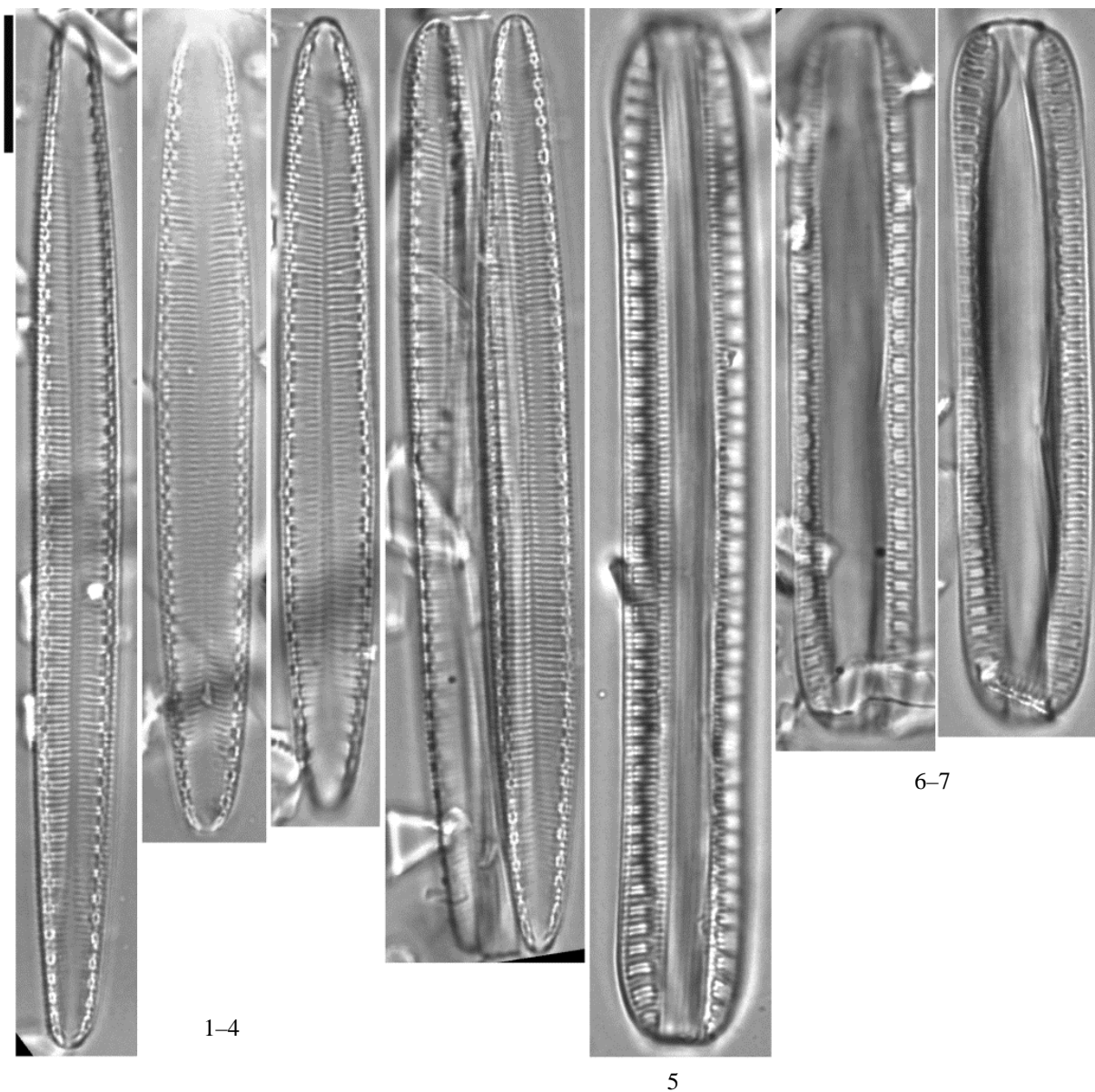
Distribution

Occurrence : 15. Abondance relative maximale (%) : 20,0.

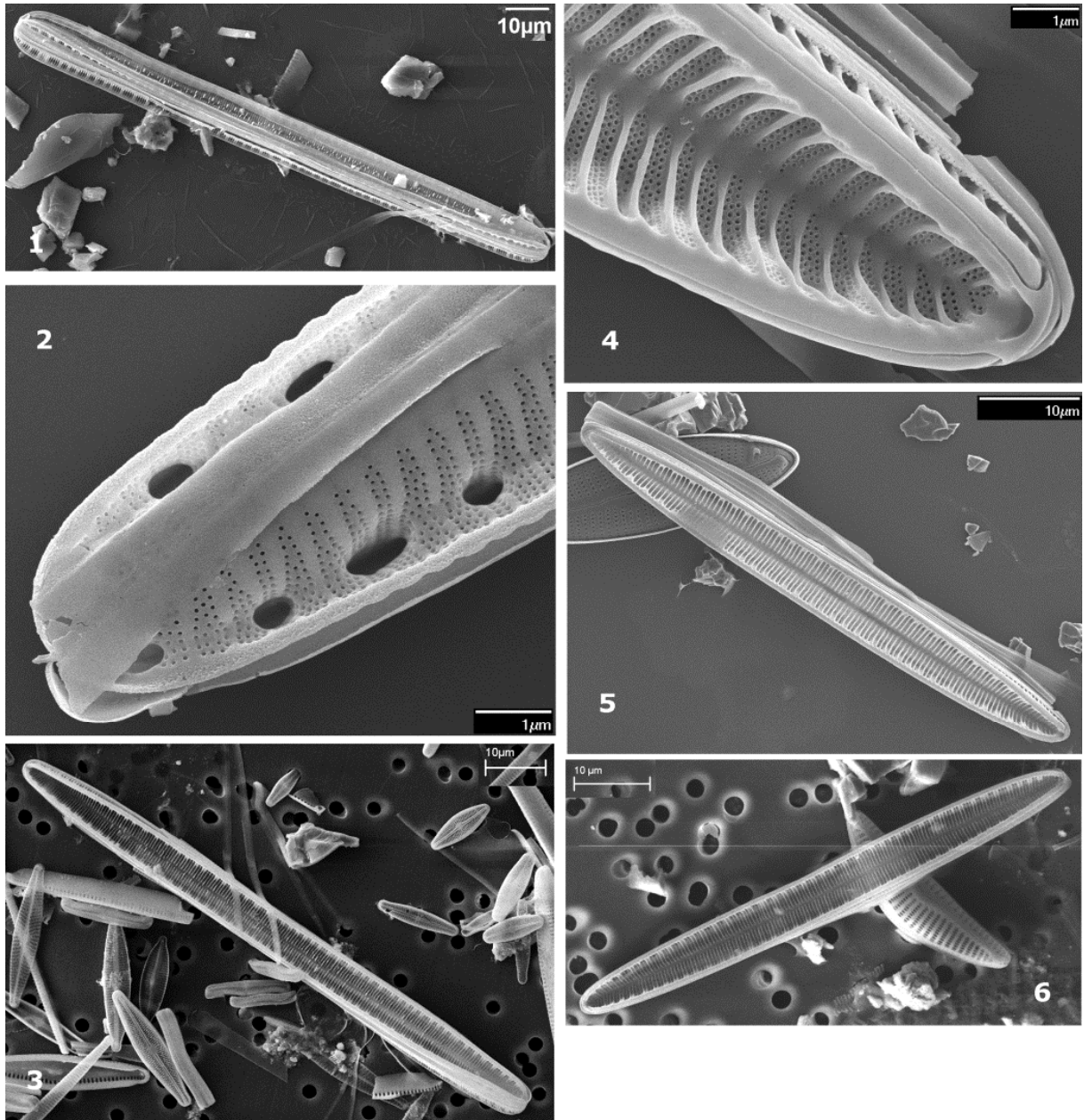
Moyenne des fréquences d'apparition : 2,61.



Planches



Microscopie photonique. *Stenopteroberia* sp. n°1 1-4 Vues valvaires. 5-7 vues connectives. 1-7 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Novembre 2008.



Microscopie électronique. *Stenopteroberia* sp. n°1 1– Vue connective. 2 – détail, partie distale, vue externe. 3 vue valvaire, vue interne. 4 détail, partie distale, vue interne. 5– vue valvaire, vue interne. 6– vue valvaire, vue interne. 1 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Novembre 2008, 2, 4, 5 La Rivière des Marsouins à La Plaine des Palmistes (Bébour) – Octobre 2009.

Bibliographie

Aboal, M., Alvarez–Cobelas, M., Cambra, J. & Ector, L. (2003) Floristic list of non marine diatoms (Bacillariophyceae) of Iberian Peninsula, Balearic Islands, and Canary Islands. Updated taxonomy and bibliography. *In* : A. Witkowski (ed.), *Diatom Monographs*. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 4 : 639 pp.

Agardh, C.A. (1824) *Systema Algarum Adumbravit*. C.A. Agardh. Lundae Litteris Berlingianis. Lundae xxxvii, 312 pp.

Agardh, C.A. (1827) *Aufzählung einiger in den ostereichischen Ländern gefundenen neuen Gattungen und Arten von Algen nebst ihrer Diagnostik und beigefügten Bemerkungen*. Flora oder Botanische Zeitung, Regensburg 2 : 625–640.

Agardh, C.A. (1829) Über die gegen meine Ansichten in der Physiologie der Algen gemachten Einwürfe. *Verhandlungen der Kaiserlichen Leopoldinisch–Carolinischen Akademie der Naturforscher* 14 : 767–768.

Agardh, C. A. (1830) *Conspectus Criticus Diatomacearum*. Part 1. Lundae. Litteris Berlingianis. pp. 1–16

Agardh, C.A. (1831) *Conspectus Criticus Diatomacearum*. Part 3. Lundae. Litteris Berlingianis. pp. 33–48.

Barbour, E.H. (1895) *The diatomaceous deposits of Nebraska*. Proceedings of the Nebraska Academy of Sciences 5 : 18–23.

Berg, Å. (1939) Some new species and forms of the diatom genus *Eunotia* Ehrenberg 1837. *Botaniska Notiser* 423–462.

Bíly, J. & Marvan, P. (1959) *Achnanthes catenata* sp. n. *Preslia* 31 : 34–35, pl. VIII.

Bory de Saint–Vincent, J.B.M. & coll. (1822) *Dictionnaire Classique d'Histoire Naturelle*. Tome premier [vol. 1]. Rey & Gravier, libraires–éditeurs; Baudouin Frères, libraires–éditeurs, Paris.

Bory de Saint Vincent, J. B. M. & coll. (1822–1831) *Dictionnaire Classique d'Histoire Naturelle*. Rey & Gravier, Baudouin Frères, libraires–éditeurs, Paris, vol. 1 à 17.

Bory de Saint–Vincent, J.B.M. & coll. (1824) *Dictionnaire Classique d'Histoire Naturelle*. Tome cinquième. Cra–D [vol. 5]. Rey & Gravier, libraires–éditeurs; Baudouin Frères, libraires–éditeurs, Paris.

Bory de Saint Vincent, J.B.M. (1827) *Encyclopédie Méthodique, Histoire Naturelle Des Zoophytes ou Animaux Rayonnés*. Paris. 563–565, 709, etc.

Bourrelly & Couté, M. (1986) Algues d'eau douce de l'Ile de la Réunion (Diatomées exclues). *Cryptogamie. Algologie* 1986, 7 : 87–121 (2 p)

Brassac, N.M., Torgan, L.C. and Ludwig, T.A.V. (2003) Note: Transfer of *Surirella schweikerdtii* to the genus *Stenopterobia*. *Diatom Research* 18 : 185–190.

Brébisson, A. de. (1838) Considérations sur les Diatomées et essai de classification des genres et des espèces appartenant à cette famille. Brée l'Ainé Imprimeur–Libraire, Falaise, 22 pp.

Bruder, K. & Medlin, L.K. (2008) Morphological and molecular investigations of naviculoid diatoms. II. Selected genera and families. *Diatom Research* 23(2) : 283–329.

Brun, J. (1880) Diatomées des Alpes et du Jura et de la région Suisse et Française des Environs de Genève. *Imprimerie Ch. Schuchardt, Genève*. 146 pp., 9 pls.

Bukhtiyarova, L. (1999) *Diatoms of Ukraine inland waters*. National Academy of Sciences of Ukraine, M.G. Kholodny Institute of Botany, Kyiv, Ukraine. 133 pp.

Bukhtiyarova, L.N. (2006) Additional data on the diatom genus *Karayevia* and a proposal to reject the genus *Kolbesia*. *Beihefte zur Nova Hedwigia* 130 : 85–96.

Chmielevski, W.F. (1885) *Materialy dlya flory vodoroslei Bessarabskoi gub. Zapiski i protokoly Novorossiiskago Obshestva Estestvoispytatelei*. 10(2) : 76–85.

Cholnoky, B.J. (1954) Diatomeen und einige andere Algen aus dem “de Hoek” – Reservat in Nord-Transvaal. *Botaniska Notiser* 3 : 269–296.

Cleve, P.T. (1891) *The Diatoms of Finland*. Actas Societas Pro Fauna et Flora Fennica 8 : 1–68.

Cleve, P.T. (1894) *Synopsis of the Naviculoid Diatoms*, Part I. Kongliga Svenska–Vetenskaps Akademiens Handlingar, 26 : 1–194.

- Cleve, P.T. (1895) *Synopsis of the Naviculoid Diatoms*, Part II. Kongliga Svenska–Vetenskaps Akademiens Handlingar 27(3) : 1–219.
- Cleve, P.T. & Grunow, A. (1880) *Beiträge zur Kenntniss der Arctischen Diatomeen*. Kongliga Svenska–Vetenskaps Akademiens Handlingar 17(2):121 pp., 7 pls.
- Cleve, P.T. & Möller, J.D. (1879) *Diatoms*. Part IV, No. 169–216. Esatas Edquists Boktryckeri, Upsala.
- Cleve–Euler, A. (1932) *Die Kieselalgen des Tåkernsees in Schweden*. Kungliga Svenska Vetenskaps–Akademiens Handlingar, ser. 3 11(2):254 pp.
- Cleve–Euler, A. (1953) *Die Diatomeen von Schweden und Finnland*. Part II, Arraphideae, Brachyraphideae. Kongliga Svenska Vetenskaps–Akademiens Handlingar, ser. 4, 4 : 1–158, figs 292–483.
- Comber, T. (1901) Diatomaceae. In : *Catalogue of African Plants Collected by Dr. Friedrich Welwitsch in 1853–1861*. London and Aylesbury, London. Volume 2, Part 2. pp. 382–395.
- Compère, P. (2001) *Ulnaria* (Kützing) Compère, a new genus name for *Fragilaria* subgen. *Alterasynedra* Lange–Bertalot with comments on the typification of *Synedra* Ehrenberg In : Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A. & Compère, P. (eds), Lange–Bertalot–Festschrift: *Studies on Diatoms. Dedicated to Prof. Dr. Dr. h.c. Horst Lange–Bertalot on the occasion of his 65th Birthday*. A.R.G. Gantner Verlag. K.G. pp. 97–102.
- Coste, M. & Ricard, M. (1982): Contribution à l'étude des diatomées d'eau douce des Seychelles et de l'Ile Maurice. *Cryptogamie Algologie* 3 : 279–313.
- Czarnecki, D.B. (1994) The freshwater diatom culture collection at Loras College, Dubuque, Iowa. In : J.P. Kociolek (ed.), *Proceedings of the 11th International Diatom Symposium*, San Francisco, 12–17 August 1990. *Memoirs of the California Academy of Sciences* no. 17 : 155–174.
- Czarnecki, D.B. & Edlund, M.B. (1995) New combinations for some taxa of *Achnanthes*. *Diatom Research* 10 : 207–209.
- Danielidis, D.B. & Mann, D.G. (2003) New species and new combinations in the genus *Seminavis* (Bacillariophyta). *Diatom Research* 18 : 21–39.

De Candolle (1805) = (Lamarck, J.P. & De Candolle, A.P. (1805) *Flore Française, ou descriptions succinctes de toutes les plantes qui croissent naturellement en France*. Agasse, Paris. Edition 3., Vol:2, 600 pp., 11 pls., 1 map.)

De Toni, G.B. (1891) *Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum*. Vol. II. Bacillarieae; sectio I. Raphideae. Typis Seminarrii, Patavii. cxxxii + 490 pp.

De Toni, G.B. (1892a) Ueber die Bacillarieen–Gattung *Lysigonium* Link. *Systematische Bemerkungen*. Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, ser. 2., Vol: 6, Issue: 1, 71–75.

De Toni, G.B. (1892b) *Sylloge algarum omnium hucusque cognitarum*. Vol. II. Bacillarieae; sectio II. Pseudoraphideae. Typis Seminarrii, Patavii. pp. 491–817.

Ehrenberg, C. G. (1832) Über die Entwicklung und Lebensdauer der Infusionsthier; nebst fernerer Beiträgen zu einer Vergleichung ihrer organischen Systeme. Abhandlungen der Königlich-Preussischen *Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Vol : 1831, 1–154, 4 pls.

Ehrenberg, C.G. (1836) Mittheilungen über fossile Infusionsthier. Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich–Preussischen *Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1836 : 50–54.

Ehrenberg, C.G. (1837a) Über ein aus fossilen Infusorien bestehendes, 1832 zu Brod verbacknes Bergmehl von der Grenzen Lapplands in Schweden. Bericht über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich–Preussischen *Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Vol : 1837, 43–45

Ehrenberg, C.G. (1837b) Zusätze zur Erkenntnifs großer organischer Ausbildung in den kleinsten theirischen Organismen Abhandlungen der Königlich *Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Vol : 1835, 151–180, 1 pl.

Ehrenberg, C.G. (1838) *Die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen. Ein Blick in das tiefere organische Leben de Natur*. Verlag von Leopold Voss, Leipzig. pp. 1–xvii, 1–548, pls. 1–64. [two volumes: Text, Atlas]

Ehrenberg, C.G. (1843a) Mittheilungen über 2 neue asiatische Lager fossiler Infusorien–Erden aus dem russischen Trans–Kaukasien (Grusien) und Sibirien. Bericht über die zur

Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königlich–Preussischen *Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, Vol : 1843, 43–49)

Ehrenberg, C.G. (1843b) Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in Süd–und Nord–Amerika. Abhandlungen der Königlichen *Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1841 : 291–445, 4 pls.

Ehrenberg, C.G. (1854) *Mikrogeologie*. Einundvierzig Tafeln mit über viertausend grossentheils colorirten Figuren, Gezeichnet vom Verfasser. [Atlas]. Leopold Voss, Leipzig. 40 pls.

Frenguelli, J. (1923a) *Contribuciones para la sinopsis de las Diatomeas Argentinas*. Boletín de la Academia Nacional de Ciencias en Córdoba (República Argentina) 27 : 13–119, 9 pls.

Frenguelli, J. (1923b) Resultados de la Primera Expedición a Tierra del Fuego (1921) – Diatomeas de Tierra del Fuego. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 96 : 225–263.

Frenguelli, J. (1924) Resultados de la Primera Expedición a Tierra del Fuego (1921) – Diatomeas de Tierra del Fuego. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 97 : 87–118, 231–266.

Frenguelli, J. (1925) Diatomeas de los arroyos del Durazo y las Brusquitas en los alrededores de Miramar (Provincia de Buenos Aires) (Contr. III). *Physis, Revista de la Sociedad Argentina de Ciencias Naturales* 8 : 129–183, 2 pls.

Gassiole, G., Le Cohu, R. & Coste, M. *Achnanthidium palmeti* (Bacillariophyta, Achnanthidiaceae), a new freshwater species from Réunion Island. *Phytotaxa* 119 : 21–32.

Germain, H. (1981) *Flore des diatomées – Diatomophycées– eaux douces et saumâtres du Massif Armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale*. Collection "Faunes et Flores Actuelles". Société Nouvelle des Editions Boubée, Paris. 444 pp.

Greville, R.K. (1833) *Diatomaceae* In: William Jackson Hooker (ed.), *The English Flora of Sir J.E. Smith*. Longman, Rees, Orme, Brown, Green and Longman. London. 1824–1836., Vol 5, Issue: pt. 1, 401–415, pl. 1.

Grunow, A. (1860) Über neue oder ungenügend gekannte Algen. Erste Folge, Diatomeen, Familie Naviculaceen Verhandlungen der Kaiserlich–Königlichen Zoologisch–Botanischen Gesellschaft in Wien, Vol : 10, 503–582, Tabs III–VII.

Grunow, A. (1862) Die österreichischen Diatomaceen nebst Anschluss einiger neuen Arten von andern Lokalitäten und einer kritischen Uebersicht der bisher bekannten Gattungen und Arten. Erste Folge. Epithemieae, Meridioneae, Diatomeae, Entopyleae, Surirelleae, Amphipleureae. Zweite Folge. Familie Nitzschieae. Verhandlungen der Kaiserlich-Königlichen Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien 12:315–472, 545–588, 7 pls.

Grunow, A. (1867) *Reise seiner Majestät Fregatte Novara um die Erde. Botanischer Theil. Band I. Algen.* Wien, aus der Kaiserlich-Königlichen Hof- und Staatsdruckerei pp. 1–104, pls I, Ia, II–XI)

Grunow, A. (1880) Bemerkungen zu den Diatomeen von Finnmark, dem Karischen Meere und vom Jenissey nebst Vorarbeiten für Monographie der Gattungen Nitzschia, Achnanthes, Pleurosigma, Amphiprora, Plagiotropis, Hyalodiscus, Podosira und einiger Navicula-Gruppen. Kongliga Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar, ser. 4, 17(2) : 16–121; pls. I–VII.

Grunow, A. (1882) Beiträge zur Kenntniss der Fossilen Diatomeen Österreich-Ungarns. *In : Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns und des Orients*, E. von Mojsisovics und N. Neumayr (eds). Wien. 2(4) : 136–159, pls. XXIX–XXX.

Grunow, A. (1884) Die Diatomeen von Franz Josefs-Land. Denkschriften der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. *Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe*, Wien. 48 : 53–112, 5 pls.

Gutwinski, R. (1887) Przyczynek do znajomosci okrzemek tatrzańskich (Bacillariaceae tatrenses). [Contribution to the knowledge of the Bacillariaceae of the Tatra]. *Sprawozdanie Komisji fizyjograficznej Akademia umiejtnosciw*, Krakowie 22:138–150.

Gutwinski, R. (1895) Prodrumus floriae algarum galiciensis. *Rozprawy Wydzialu Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejtnosei*. Krakovia 28 : 274–449.

Haeckel, E. (1878) *Das Protistenreich*. Günther, Leipzig, 110 pp.

Hartley, B., Ross, R. & Williams, D.M. (1986) A check-list of the freshwater, brackish and marine diatoms of the British Isles and adjoining coastal waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 66(3) : 531–610.

- Hassall, A. H. (1845) *A history of the British Freshwater Algae (including descriptions of the Diatomaceae and Desmidiaceae) with upwards of one hundred plates*. I. Text. Taylor, Walton and Maberly, London. 462 pp.
- Haworth, E.Y. & Hurley, M.A. (1986) Comparison of the stelligeroid taxa of the centric diatom genus *Cyclotella*. In : M. Ricard (ed.), *Proceedings of the Eighth International Diatom Symposium*, Paris, August 27– September 1, 1984. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. pp. 43–58.
- Hendey, N.I. (1937) The plankton diatoms of southern seas. *Discovery Reports* 16 : 151–164.
- Héribaud, J. (1903) *Les Diatomées Fossiles d'Auvergne (Second Mémoire)*. Librairie des Sciences Naturelles, Paris. pp. v–x, 1–166, pls 9–12.
- Hohn, M.H. (1961) The relationship between species diversity and population density in diatom populations from Silver Springs, Florida. *Transactions of the American Microscopical Society* 80(2):140–165.
- Hohn, M.H. & Hellerman, J. (1963) The taxonomy and structure of diatom populations from three Eastern North American rivers using three sampling methods. *Transactions of the American Microscopical Society* 82(3):250–329.
- Houk, V. & Klee, R. (2004) The stelligeroid taxa of the genus *Cyclotella* (Kützing) Brebisson (Bacillariophyceae) and their transfer into the new genus *Discostella* gen. nov. *Diatom Research* 19: 203–228.
- Hustedt, F. (1909) Beiträge zur Algenflora von Bremen. II. Die Bacillariaceenvegetation des Torfkanals. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen* 19 : 418–452.
- Hustedt, F. (1913) Deutsche Salzwasser–Diatomeen. II. Mikrokosmos. *Mikrokosmos* 7 : 180–186.
- Hustedt, F. (1921) VI. Bacillariales. In: B. Schröder (ed.), *Zellpflanzen Ostafrikas, gesammelt auf der Akademischen Studienfahrt 1910*. *Hedwigia* 63 : 117–173, pl. 1.
- Hustedt, F. (1927) Die Diatomeen der interstadialen Seekreide. In: H. Gams, *Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder*. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie* 18 : 305–387.

Hustedt, F. (1930) Bacillariophyta (Diatomeae). In : A. Pascher (ed.), *Die Süßwasser-Flora Mitteleuropas*. Gustav Fischer, Jena. Zweite Auflage. Heft 10. 466 pp., 875 figs.

Hustedt, F. (1937a) Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. "Tropische Binnengewässer, Band VII". *Archiv für Hydrobiologie*, Supplement 15 : 131–177, pls 9–12.

Hustedt, F. (1937b) Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen-Flora von Java, Bali und Sumatra nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. "Tropische Binnengewässer, Band VII". *Archiv für Hydrobiologie*, Supplement 15(2) : 187–295, pls 13–20.

Hustedt, F. (1939). Die Diatomeenflora des Küstengebietes der Nordsee vom Dollart bis zur Elbemündung. I. Die Diatomeenflora in den Sedimenten der unteren Ems sowie auf den Watten in der Leybucht, des Memmert und bei der Insel Juist. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen* 31(2/3) : 571–677.

Hustedt, F. (1945) Diatomeen aus Seen und Quellgebieten der Balkan-Halbinsel. *Archiv für Hydrobiologie* 40(4) : 867–973, 12 pls.

Hustedt, F. (1949a) *Süßwasser-Diatomeen aus dem Albert-Nationalpark in Belgisch-Kongo. Exploration du Parc National Albert, Mission H. Damas (1935–1936)*, Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge, Bruxelles 8 : 199 pp., 16 pls.

Hustedt, F. (1949b) Diatomeen von der Sinai-Halbinsel und aus dem Libanon-Gebiet. *Hydrobiologia* 2 : 24–55.

Hustedt, F. (1952) Neue und wenig bekannte Diatomeen. IV. *Botaniska Notiser* 1952 : 366–410.

Hustedt, F. (1957) Die Diatomeenflora des Flußsystems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen* 34(3) : 181–440, 1 pl.

Jenner 1855 = Harvey, W.H. and Bailey, J.W. (1855) New Species of Diatomaceae (Wilkes Expedition). *Quarterly Journal of Microscopical Science*, London 3 : 93–94.

Kilroy, C. (2007) *Diatom communities in New Zealand subalpine mire pools: distribution, ecology and taxonomy of endemic and cosmopolitan taxa*. Unpublished Philosophy of science these, University of Canterbury, New Zealand. 238 pp.

Kirchner, O. (1878) Algen. In : *Kryptogamen–Flora von Schlesien*. F. Cohn (ed), Zweiter Band, Erste Hälfte. J.U. Kern's Verlag, Breslau. 2(1) : 284 pp.

Klee, R. Houk, V. & Bielsa, S (2000) *Cyclotella mascareneica nov. spec.*, a new stelligeroid *Cyclotella* (Bacillariophyceae) from a pond of the Reunion Island (France). *Algological studies* 98 : 7–25.

Kobayasi, H. (1965) Notes on the genus *Ceratoneis* (Diatoms from the River Arakawa–3). *Journal of Japanese Botany* 40(4) :125–128.

Kobayasi, H., Idei, M., Mayama, S., Nagumo, T. & Osada, K. (2006) *H. Kobayasi's Atlas of Japanese Diatoms based on electron microscopy*. Volume 1. Uchida Rokakuko Publishing Co., Tokyo. 59 + 533 pp., 180 pls.

Kociolek, J.P. & Reviere, B. de (1996) The diatom types of Emile Manguin. II. Validating descriptions and designation of types for the New Caledonia species. *Cryptogamie, Algologie* 17(3) : 193–215.

Kociolek, J.P. & Stoermer, E.F. (1988) Taxonomy, ultrastructure and distribution of *Gomphoneis herculeana*, *G. erienne* and closely related species (Naviculales: Gomphonemataceae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 140(2) : 24–97.

Krammer, K. (1997) Die cymbelloiden Diatomeen – Eine Monographie der weltweit bekannten Taxa. Teil 1. Allgemeines und Encyonema Part. *Bibliotheca Diatomologica* 36 : 382 pp.

Krammer, K. (2002). *Cymbella*. In : H. Lange–Bertalot (ed.), *Diatoms of Europe, Diatoms of the European Inland waters and comparable habitats*. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 3:pp. 1–584.

Krammer, K. (2003) *Cymbopleura*, *Delicata*, *Navicymbula*, *Gomphocymbellopsis*, *Afrocymbella*. In : H. Lange–Bertalot (ed.), *Diatoms of Europe, Diatoms of the European Inland waters and comparable habitats*. A.R.G. Gantner Verlag K.G., 4:529 pp.

Krammer, K. & Lange–Bertalot, H. (1985) Naviculaceae Neue und wenig bekannte Taxa, neue Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen zu einigen Gattungen. *Bibliotheca Diatomologica* 9:5–230, 43 pls.

Krammer, K. & Lange–Bertalot, H. (1986) Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae In : H. Ettl *et al.*, *Suesswasserflora von Mitteleuropa*. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena, 2(1) : 1–876, 206 pls., 2976 figs.

Krammer, K. & Lange–Bertalot, H. (1991) Bacillariophyceae 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema* Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1–4. In : H. Ettl *et al.*, *Suesswasserflora von Mitteleuropa*. VEB Gustav Fisher Verlag, Jena 2(4) :1–437, 88 pls., 2048 figs.

Kuntze, O. (1898) *Revisio Generum Plantarum*. Part III. Leipzig. pp. [1]–576.

Kützing, F.T. (1833a) *Algarum aquae dulcis Germanicarum*. Decas I. Collegit Fridericus Traugott Kützing, Cocit. Bot. Ratisbon. Sodalis. Halis Saxonum in Commissis C.A. Schwetschkii et Fil. 1 : 4 pp.

Kützing, F.T. (1833b) Synopsis Diatomacearum oder Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Diatomeen. *Linnaea* 8[5], 529–620, pls. XIII–XIX.

Kützing, F. T. (1836) *Algarum Aquae Dulcis Germanicarum*. Decas XVI. Collegit Fridericus Traugott Kützing, Soc. Bot. Ratisbon, Sodalis. Halis Saxonum in Commissis C. A. Schwetschkii et Fi., Vol. 16, 4 pp.

Kützing, F.T. (1844) *Die Kieselschaligen. Bacillarien oder Diatomeen*. Nordhausen. 152 pp., 30 pls.

Kützing, F.T. (1846) Kurze Mittheilung über einige kieselschalige Diatomeen. *Botanischen Zeitung* 4(14) : 247–248.

Kützing, F.T. (1849) *Species Algarum*. Lipsiae. F.A. Brockhaus. 922 pp.

Lange–Bertalot, H. (1980a) Zur systematischen Bewertung der bandförmigen Kolonien bei *Navicula* und *Fragilaria*. Kriterien für die Vereinigung von *Synedra* (subgen. *Synedra*) Ehrenberg mit *Fragilaria* Lyngbye. *Nova Hedwigia* 33 : 723–787.

Lange–Bertalot, H. (1980b) Ein Beitrag zur Revision der Gattungen *Rhoicosphenia* Grun., *Gomphonema* C. Ag., *Gomphoneis* Cl. *Botaniska Notiser* 133 : 585–594.

Lange–Bertalot, H. (1993) 85 neue taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa, Vol. 2/1–4. *Bibliotheca Diatomologica* 27:164 pp., 134 pls. [Plates from this publication were reduced by error to 90%, plates were reprinted at the correct size in ref. 009003]

Lange–Bertalot, H. (1996) *Kobayasia bicuneus* gen. et spec. nov. In : Lange–Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 4. Taxonomy*. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany, 4:pp. 277–287.

Lange–Bertalot, H. (1997a) Zur Revision der Gattung *Achnanthes* sensu lato (Bacillariophyceae): *Achnantheiopsis*, eine neue Gattung mit dem Typus generis *A. lanceolata*. *Archiv für Protistenkunde* 148 : 199–208.

Lange–Bertalot, H. (1997b) *Frankophila*, *Mayamaea* und *Fistulifera*: drei neue Gattungen der Klasse Bacillariophyceae. *Archiv für Protistenkunde* 148[1–2], 65–76.

Lange–Bertalot, H. (1999a) Neue Kombinationen von Taxa aus *Achnanthes* Bory (sensu lato). In : Lange–Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 6. Phytogeography–Diversity–Taxonomy*. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany, 6:pp. 276–289.

Lange–Bertalot, H. (1999b) *Kobayasiella* nov.nom. ein neuer Gattungsname für *Kobayasia* Lange–Bertalot 1996. *Iconographia Diatomologica* 6 : 272–275.

Lange–Bertalot, H. & Bonik, K. (1976) Massenentwicklung bisher seltener und unbekannter Diatomeen als Indikator starker Abwasserbelastung in Flüssen. *Archiv für Hydrobiologie Supplement* 49(3) : 303–332.

Lange–Bertalot, H. & Krammer, K. (1987) Bacillariaceae Epithemiaceae Surirellaceae. Neae und wenig bekannte Taxa, neae Kombinationen und Synonyme sowie Bemerkungen und Ergänzungen zu den Naviculaceae. *Bibliotheca Diatomologica* 15:289 pp., 62 pls.

Lange–Bertalot, H. & Metzeltin, D. (1996) Indicators of oligotrophy – 800 taxa representative of three ecologically distinct lake types, Carbonate buffered – Oligodystrophic – Weakly buffered soft water In : Lange–Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated*

Diatom Micrographs. Vol. 2. Ecology, Diversity, Taxonomy. Koeltz Scientific Books. Königstein, Germany., Vol:2, 390 pp.

Le Cohu, R., Gassiole, G. & Coste, M. (2012) *Kobayasiella bebourensis*, a new freshwater diatom species from Reunion Island and further observations on *K. micropunctata* and *K. jagii*. *Journal of Phycology* 48 : 401–408.

Le Cohu, R., Gassiole, G. & Coste, M. Three new species of Cymbellales (Bacillariophyceae) from Réunion Island. *Phytotaxa* (soumis le 19 mai 2013).

Le Cohu, R., Ten–Hage, L. & Coste, M. (2009) *Geissleria bourbonensis*, *G. mascarenicensis*, *G. creolorum*, and *G. mafatensis*, four new freshwater diatom species from La Réunion Island (France). *Diatom Research* 24 : 307–326.

Lecointe, C., Coste M. & Prygiel, J. (1993) Omnidia software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269–270 : 509–513.

Levkov, Z. (2009) *Amphora sensu lato* In : 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., Vol : 5, 5–916.

Lyngbye, H.C. (1819) *Tentamen Hydrophytologiae Danicae Continens omnia Hydrophyta Cryptogama Daniae, Holsatiae, Faeroae, Islandiae, Groenlandiae hucusque cognita, Systematice Disposita, Descripta et iconibus illustrata, Adjectis Simul Speciebus Norvegicis. Hafniae.* 248 pp., 70 pls.

Manguin, E. (1952) Les Diatomées fossiles du bassin thermominéral d'Antsirabe, Ramanofana II. *Mémoires de L'Institut Scientifique de Madagascar, séries B*, 4(1) : 1–57.

Manguin, E. (1962) *Contribution à la connaissance de la flore diatomique de la Nouvelle-Calédonie.* Mémoires du Museum National d'Histoire Naturelle, nouvelle série, série B, Botanique 12 : 40.

Mann, D.G. (1989) The Diatom genus *Sellaphora*: Separation from *Navicula*. *British Phycological Journal* 24 : 1–20.

Mayama, S., Idei, M., Osada, K. & Nagumo, T. (2002) Nomenclatural changes for 20 diatom taxa occurring in Japan. *Diatom. The Japanese Journal of Diatomology* 18 : 89–91.

- Mayer, A. (1947) Die bayerischen Encyonema und Cymbella Arten mit ihren Formen. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* (zur Erforschung der heimischen Flora) 27 : pps. 226–239.
- McLaughlin, R.B. & Stone, J.L. (1986) Some late Pleistocene diatoms of the Kenai Peninsula, Alaska. *Nova Hedwigia* 82 : 5–118, 16 pls., 2 figs.
- McNeill, J., Barrie, F.R., Buck, W.R., Demoulin, V., Greuter, W., Hawksworth, D.L., Herendeen, P.S., Knapp, S., Marhold, K., Prado, J., Prud'homme Van Reine, W.F., Smith, G. F. Wiersema, J.H. & Turland, N.J. (2012) *International Code of Nomenclature for algae, fungi and plants (Melbourne Code) adopted by the Eighteenth International Botanical Congress Melbourne, Australia, July 2011*. Regnum Vegetabile, 154. XXX, 240 p.
- Medlin, L.K. & Kaczmarska, I. (2004) Evolution of the diatoms: V. Morphological and cytological support for the major clades and a taxonomic revision. *Phycologia* 43 : 245–270.
- Mereschkowsky, C. (1902) On *Sellaphora*, a new genus of Diatoms. *Annals and Magazine of Natural History*, series 7, Vol : 9, 185–195, pl. IV.
- Mereschkowsky, C. (1906) *Diatomées du Tibet*. Imperial Russkoe geograficheskoe obshchestvo. St. Petersburg. 40 pp.
- Metzeltin, D. & Lange–Bertalot, H. (2002) Diatoms from the “Island Continent” Madagascar. *In* : Lange–Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 11. Taxonomy–Biogeography–Diversity*. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 11:286 pp.
- Metzeltin, D. & Lange–Bertalot, H. (2007) Tropical diatoms of South America II. Special remarks on biogeography disjunction. *In* : H. Lange–Bertalot (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 18. Diversity–Taxonomy–Biogeography*. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 18 : 1–877.
- Metzeltin, D., Lange–Bertalot, H. & García–Rodríguez, F. (2005) Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere. *In* : H. Lange–Bertalot (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 15. Taxonomy–Biogeography–Diversity*. A.R.G. Gantner Verlag K.G. 15 : 736 pp.
- Mills, F.W. (1933) *An Index to the Genera and Species of the Diatomaceae and their Synonyms, 1816–1932. Part 2 (A)*. Wheldon & Wesley, Limited. London. pp. 74a–148.

- Mills, F.W. (1934) *An index to the genera and species of the diatomaceae and their synonyms. 1816–1932. Part 8 (Cy–Di)*. Wheldon & Wesley, Limited. London. pp. 527–606.
- Monnier, O., Lange–Bertalot, H. & Bertrand, J. (2003) La flore des diatomees d'un aquarium d'eau douce tropicale I. observations taxinomiques (The diatom flora of an aquarium of tropical fresh water I. taxonomic observations). *Bulletin de la Société des Sciences Naturelles de l'Ouest de la France (Nantes)*. 125–165.
- Monnier, O., Coste, M. & Rosebery, J. (2009) Une classification des taxons de l'Indice Biologique Diatomée IBD, norme AFNOR NF T90–354, décembre 2007. *Diatomania* 17–44.
- Morales, E.A. & 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.
- Moser, G., Lange–Bertalot, H. & Metzeltin, D. (1998) Insel der Endemiten Geobotanisches Phänomen Neukaledonien (Island of endemics New Caledonia – a geobotanical phenomenon). *Bibliotheca Diatomologica* 38 : 464 pp.
- Müller, O.F. (1786) *Diatomaceen (Vibrio paxillifer, V. bipunctatus, V. tripunctatus, Gonium pulvinatum)*. *Animalcula infusoria fluviatilia et marina quae detexit, systematice, descripsit et ad vivum delineare curavit* O.F. Muller. Havniae, 1786. LVI + 367 pp., 50 pls.
- Müller, O. (1895) *Rhopalodia* ein neues Genus der Bacillariaceen. (Engler's) *Botanische Jahrbucher fur Systematik, Pflanzengeschichte, und Pflanzengeographie*. Leipzig, Vol. 22, 54–71, 2 pl.
- Müller, O. (1905) Bacillariaceen aus dem Nyassaland und einigen benachbarten Gebieten. III Folge, Naviculoideae–Naviculeae–Gomphoneminae–Gomphocymbellinae–Cymbellinae. Nitzschioideae–Nitzschieae. (Engler's) *Botanische Jahrbucher fur Systematik, Pflanzengeschichte, und Pflanzengeographie*. Leipzig 36(1/2) : 137–206, 2 pls.
- Müller, O. (1910) Bacillariaceen aus dem Nyassaland und einigen benachbarten Gebieten. IV Folge, Naviculoideae– Naviculeae–Naviulinae, Fragilarioideae–Fragilarieae–Fragilarineae, Fragilarioideae–Fragilarieae–Eunotiinae. (Engler's) *Botanische Jahrbucher fur Systematik, Pflanzengeschichte, und Pflanzengeographie*. Leipzig 45(1) : 69–122, 2 pls.

- Nitzsch, C.L. (1817) Beitrag zur Infusorienkunde oder Naturbeschreibung der Zerkarien und Bazillarien. Neue Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Halle. *Hindels Verlag, Halle* 3(1) : 128 pp., 6 pls.
- O'Meara, E. (1873) *Tryblionella debilis* Arnott in Ireland. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, 2nd series, 13 : 310.
- O'Meara, E. (1875) Report on the Irish Diatomaceae. *Proceedings of the Royal Irish Academy*, second series 2 (Science):235–425, pls. 26–34.
- Østrup, E. (1902) Freshwater Diatoms In : *Flora of Koh Chang. Part VII. Contributions to the knowledge of the gulf of Siam.* John Schmidt (ed.). Preliminary Rept. Bot., Results Dan. Exped. to Siam (1899–1900)]. *Botanisk Tidsskrift* 25(1):28–41, pl. I.
- Østrup, E. (1910) *Danske Diatoméer*. C.A. Reitzels Boghandel, Kjøbenhavn. 323 pp., 5 pls.
- Patrick, R.M. (1959) New species and nomenclatural changes in the genus *Navicula* (Bacillariophyceae). *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 111 : 91–108, 2 pl.
- Peragallo, H. (1889)= Pelletan, J. (1889) Les Diatomées. Histoire naturelle, préparation, classification et description des principales espèces. Part II. *Journal de Micrographie* 1889 : i–viii, 1–364, pls. 6–10, fig. 266–463.
- Peragallo, M. (1903) *Le Catalogue Général des Diatomées*. Clermont–Ferrand. 2 : 472–973. [issued in fascicles at various dates]
- Pero, P. (1893) I Laghi Alpini Valtellinesi. (Ricerche e studi sui Laghi Valtellinesi). *Nuova Notarisia* 4(2, 3) : 249–291, 301–387.
- Petersen, J.B. (1928) The aërial Algae of Iceland. In : Rosenvinge, L.K. & Warming, E. (ed.) "*The Botany of Iceland*", vol. 2, part 2, no. 8. J. Frimodt, Kobenhavn. pp. 325–447.
- Petersen, J.B. (1938) *Fragilaria intermedia*–*Synedra Vaucheriae* ? *Botaniska Notiser* (1–3) : 164–170, fig. 1.
- Rabenhorst, L. (1848–1860) *Die Algen Sachsens. Resp. Mittel–Europa's Gesammelt und herausgegeben von Dr. L. Rabenhorst*, Dec. 1–100. No. 1–1000. Dresden. [Exsiccata, issued at various dates]

Rabenhorst, L. (1847) *Deutschland's Kryptogamen-Flora oder Handbuch zur Bestimmung der kryptogamischen Gewächse Deutschlands, der Schweiz, des Lombardisch-Venetianischen Königreichs und Istriens*. Algen. Eduard Kummer, Leipzig, 2(2):xx + 216 pp.

Rabenhorst, L. (1853) *Die Süßwasser-Diatomeen (Bacillarien) für Freunde der Mikroskopie*. Eduard Kummer, Leipzig. 72 pp., 9 pls.

Rabenhorst, L. (1860) *Die Algen Sachsens resp. Mittel-Europa's*. Decas 95–96. n°. 943–953.

Rabenhorst, L. (1861–1882) *Die Algen Europas, Fortsetzung der Algen Sachsens, resp. Mittel-Europa's*. Dec. 1–109, no. 1–1600 (or 1001–2600). Dresden. [Exsiccata, issued at various dates]

Rabenhorst, L. (1864) *Flora Europaea Algarum aquae dulcis et submarinae. Sectio I. Algas diatomaceas complectens, cum figuris generum omnium xylographice impressis*. Apud Eduardum Kummerum, Lipsiae. 359 pp.

Rabenhorst, L. (1865) *Beiträge zur näheren Kenntniss und Verbreitung der Algen. Part II*. Leipzig. 40 pp., 5 pls.

Reichardt, E. (1988) Süßwasser-Diatomeen von Papua-Neuguinea. *Nova Hedwigia* 47 : 81–127.

Reichardt, E. (1994) Zur Diatomeenflora (Bacillariophyceae) tuffabscheidender Quellen und Bäche im Südlichen Frankenjura. *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft* (zur Erforschung der heimischen Flora), Vol : 64, 119–133

Reichardt, E. (1997) Taxonomische Revision des Artenkomplexes um *Gomphonema pumilum* (Bacillariophyceae). *Nova Hedwigia* 65 : 99–130.

Reichardt, E. (1999) Zur Revision der Gattung Gomphonema. Die Arten um *G. affine/insigne*, *G. angustatum/micropus*, *G. acuminatum* sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozan in Böhmen In: Lange-Bertalot, H. (ed.), *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 8. Taxonomy*. Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany, 8, 203 pp., 68 pls.

Reichardt, E. (2001) Revision der Arten um *Gomphonema truncatum* und *G. capitatum*. In : Jahn, R., Kociolek, J.P., Witkowski, A. & Compère, P. (eds), *Lange-Bertalot-Festschrift:*

Studies on Diatoms. Dedicated to Prof. Dr. Dr. h.c. Horst Lange–Bertalot on the occasion of his 65th Birthday. A.R.G. Gantner Verlag, K.G. pp. 187–224.

Reichardt, E. (2005) Die Identität von *Gomphonema entolejum* Østrup (Bacillariophyceae) sowie Revision ähnlicher Arten mit weiter Axialarea. *Nova Hedwigia* 81 : 115–144.

Reichardt, E. (2007) Neue und wenig bekannte *Gomphonema*–Arten (Bacillariophyceae) mit Areolen in Doppelreihen. *Nova Hedwigia* 85 : 103–137.

Richter, P. (1879) Neue Bacillariaceen (*Homoeocladia germanica* et *H. conferta*). *Hedwigia* 18(5) : 65–67.

Ross, R. (1947) *Fresh water Diatomeae (Bacillariophyta). Botany of the Canadian Eastern Arctic II.* N.V. Polunin (ed.). National Museum of Canada Bulletin 97 : 178–233, 3 pl.

Ross, R. (1950) Appendix. *In : Studies in the post–glacial history of British vegetation. XI. Late–glacial deposits in Cornwall.* Ann P. Connolly, H. Godwin & E.M. Megaw (eds.). Philosophical transactions of the Royal Society of London, series B, 234:461–464.

Round, F.E. (1998) Validation of some previously published *Achnanthoid* genera. *Diatom Research* : 13(1), 181.

Round, F.E. & Bukhtiyarova, L. (1996) Four new genera based on *Achnanthes (Achnanthidium)* together with a re–definition of *Achnanthidium* *Diatom Research* 11 : 345–361.

Round, F.E., Crawford, R.M. & Mann, D.G. (1990) *The Diatoms. Biology & Morphology of the genera.* Cambridge University Press, Cambridge. 747 pp.

Rumrich, U., Lange–Bertalot, H. & Rumrich, M. (2000) Diatoms of the Andes. From Venezuela to Patagonia/Tierra del Fuego and two additional contributions. *In: Lange–Bertalot, H. (ed.), Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 9. Phytogeography–Diversity–Taxonomy.* Koeltz Scientific Books, Königstein, Germany, 9 : 673 pp.

Schaarschmidt, G. (1881) Algae in A Kanitz, *Plantas Romaniae hucusque cognitae. Magyar Novenytani Lapok* 5 : 151–165, 261–268.

- Schiller, W. & Lange-Bertalot H. (1997) *Eolimna martinii* nov. gen., nov. sp. (Bacillariophyceae) aus dem Unter-Oligozan von Sieblos/RHon im Vergleich mit ähnlichen rezenten Taxa. *Paläontologische Zeitschrift* 71 : 163–172.
- Schmidt, A. (1875) *Atlas der Diatomaceen-kunde*. Aschersleben, Commissions-Verlag Von Ludwig Siever's Buchhandlung Series I(Heft 7) : pls. 25–28.
- Schmidt, A. (1902) *Atlas der Diatomaceen-kunde*. Leipzig. O.R. Reisland Series V(Heft 59–60) : pls. 233–240.
- Schoeman, F.R. & Archibald, R.E.M. (1987) *Navicula vandamii* nom. nov. (Bacillariophyceae), a new name for *Navicula acephala* Schoeman, and a consideration of its taxonomy. *Nova Hedwigia* 44 : 479–487, 3 pls.
- Schönfeldt, H. von (1907) *Diatomaceae Germaniae: die deutschen Diatomeen des Susswassers und des Brackwassers*. W. Junk, Berlin. 263 pp., 19 pls.
- Schulz, P. (1926) Die Kieselalgen der Danziger Bucht mit Einschluss derjenigen aus glazialen und postglazialen Sedimenten. *Botanisches Archiv*. Königsberg 13(3/4) : 149–327.
- Schulz, P. (1928) Süß- und Brackwasser-Diatomeen aus dem Gebiete der Freien Stadt Danzig und dem benachbarten Pomerellen. *Bericht der Westpreussischen Botanisch-Zoologischen Verein*. Danzig, 50 : 85–195, 8 pls.
- Schumann, J. (1867) Preussische Diatomeen. *Schriften der königlichen physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg* 8 (Abh.) : 37–68, pl. 1–3.
- Silva, P.C. (1962) Classification of algae. In: Lewin, R.A. (ed.), *Physiology and biochemistry of algae*. Academic Press, New York and London, pp. 827–837.
- Smith, H.L. (1876–1888) *Diatomacearum Species Typicae*. Boston, Stodder. Centuries I–VI, numbers 1–600; supplement numbers 601–750. [Estimated publication dates, fide Robert Edgar, pers. com., 2006: Cent. I (1876), Cent. II (1876), Cent. III (1878), Cent. IV (1879), Cent. V (1879), Cent. VI (1880), Suppl. (1888)]
- Smith, W. (1853) *Synopsis of British Diatomaceae*. John Van Voorst, London 1853., Vol : 1, 89 pp., pl. 1–31.)

- Smith, W. (1856) *Synopsis of British Diatomaceae*. John Van Voorst, London 1856. 2 : 107 pp., pls. 32–60, 61–62, A–E.
- Souza, M.G.M. & Moreira Filho, H. (1999) Diatoms (Bacillariophyceae) of two aquatic macrophyte banks from Lagoa Bonita, Distrito Federal, Brazil, I” Thalassiosiraceae and Eunotiaceae. *Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique* 67(1–4) : 259–278.
- Taylor, J. & Lange–Bertalot, H. (2010) *Crucicostulifera*, a new diatom genus described from the Magaliesburg Mts, South Africa. *Polish Botanical Journal* 55(1), 43–48.
- Torka, V. (1933) Uber Diatomeen der Grenzkreise Meseritz und Zulichau–Schweibus. Abh. u. Ber. Naturwissenschaftlichen Abt. d. Grenzmarkischen Ges. zur Erforschung u. *Pflege der Heimat, Schneidermuhl.* 8 : 61–69.
- Van Heurck, H. (1880) *Synopsis des Diatomées de Belgique*. Atlas. Ducaju & Cie., Anvers. pls 1–30.
- Van Heurck, H. (1881) *Synopsis des Diatomées de Belgique*. Atlas. Ducaju & Cie., Anvers. pls 31–77.
- Van Heurck, H. (1882–1885) *Types du Synopsis des Diatomées de Belgique*. Séries I–XXII. [slides Nr. 1–550]. Anvers. pp. [1]–[118]. [Déterminations, notes et diagnoses par M. A. Grunow]
- Van Heurck, H. (1885) *Synopsis des Diatomées de Belgique*. Texte. Martin Brouwers & Co., Anvers. 235 pp.
- Van Heurck, H. (1896) *A Treatise on the Diatomaceae*. Translated by W.E. Baxter. William Wesley & Son, London. 558 pp., 35 pls.
- VanLandingham, S.L. (1967) *Catalogue of the fossil and recent genera and species of diatoms and their synonyms. Part I. Acanthoceras through Bacillaria*. Verlag Von J. Cramer 1:i–xi, 1–493.
- Vyverman, W. & Compère, P. (1991) *Nupela giluwensis gen. & spec. nov.* A new genus of naviculoid diatoms. *Diatom Research* 6(1) : 175–179.
- Wallace, J. (1960) *New and Variable Diatoms. Notulae Naturae* (Academy of Natural Sciences of Philadelphia) (331) : 8 pp.

Williams, D.M. & Round, F.E. (1987) Revision of the genus *Fragilaria*. *Diatom Research* 2: 267–288.

Woodhead, N. & Tweed, R.D. (1954) The freshwater algae of Anglesey and Caernarvenshire. *North Western Naturalist*, series 2, 26:76–101, 210–228.

INDEX

<i>Achnantheiopsis biporoma</i>	336	<i>Achnanthes rupestoides</i>	103, 107, 111, 115, 161, 309–310
<i>Achnantheiopsis frequentissima</i>	338	<i>Achnanthes subhudsonis</i>	332
<i>Achnantheiopsis lanceolata</i>	339	<i>Achnanthidium biporomum</i>	336
<i>Achnantheiopsis robustior</i>	342	<i>Achnanthidium catenatum</i>	105, 107, 111, 115, 119, 161, 319–321
<i>Achnantheiopsis rostrata</i>	344	<i>Achnanthidium exiguum</i>	104, 106, 107, 111, 115, 119, 161, 322–324
² <i>Achnanthes adnata</i>	309	<i>Achnanthidium lanceolatum</i>	339
<i>Achnanthes amoena</i>	334	<i>Achnanthidium microcephalum</i>	319
<i>Achnanthes biporoma</i>	336	<i>Achnanthidium palmeti</i>	74, 96, 97, 104, 106, 111, 115, 134, 161, 219, 325–327
<i>Achnanthes catenata</i>	319	<i>Achnanthidium rostrata</i>	344
<i>Achnanthes exigua</i>	322	<i>Achnanthidium sp. n°4</i>	74, 97, 104, 109, 111, 115, 119, 161, 332–333
<i>Achnanthes haynaldii</i> var. <i>borussica</i>	344	<i>Achnanthidium sp. n°5</i>	331
<i>Achnanthes lanceolata</i>	339	<i>Achnanthidium subhudsonis</i>	103, 108, 111, 115, 161, 332–333
<i>Achnanthes lanceolata f. rostrata</i>	344	<i>Adlafia muscora</i>	104, 111, 115, 161, 362–363
<i>Achnanthes lanceolata</i> subsp. <i>biporoma</i>	336	<i>Amphora angustata</i> var. <i>gracilentata</i>	385
<i>Achnanthes lanceolata</i> subsp. <i>frequentissima</i>	338	<i>Amphora ovalis</i>	426
<i>Achnanthes lanceolata</i> subsp. <i>robusta</i>	344	<i>Amphora ovalis</i> var. <i>pediculus</i>	426
<i>Achnanthes lanceolata</i> subsp. <i>rostrata</i>	342	<i>Amphora pediculus</i>	106, 107, 111, 115, 119, 161, 426–429
<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>robusta</i>	342	<i>Amphora strigosa</i>	385
<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>rostrata</i>	344		
<i>Achnanthes repestoides</i>	309		
<i>Achnanthes rostrata</i>	344		

<i>Amphora veneta</i>	433	<i>Cocconeis euglypta</i>	96, 97, 103, 108, 111, 115, 119, 161, 312– 313
<i>Anomoeoneis brachysira</i>	351	<i>Cocconeis lineata</i> var. <i>euglypta</i>	312
<i>Anomoeoneis serians</i> var. <i>brachysira</i>	351	<i>Cocconeis pediculus</i>	104, 109, 111, 115, 119, 161, 314–315
<i>Bacillaria amphibia</i>	439	<i>Cocconeis placentula</i> f. <i>euglypta</i>	312
<i>Bacillaria amphibia</i> var. <i>frauenfeldii</i>	442	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	312
<i>Bacillaria frauenfeldii</i>	442	<i>Cocconeis scutellum</i>	312
<i>Bacillaria ulna</i>	244, 248	<i>Cocconeis sp. n°1</i>	105, 107, 111, 115, 161, 316– 317
<i>Bacillaria viridis</i>	379	<i>Cocconeis sp. n°2</i>	161, 317
<i>Bacillaria vulgaris</i>	230	<i>Cocconema excisum</i>	270
<i>Brachysira aponina</i>	351	<i>Craticula perrotettii</i>	424
<i>Brachysira brebissonii</i>	105, 106, 111, 115, 161, 351– 353	<i>Craticula submolesta</i>	105, 111, 115, 161, 424–425
<i>Caloneis amphisbaena</i>	381	<i>Crucicostulifera areolata</i>	265
<i>Caloneis fasciata</i> var. <i>fontinalis</i>	381	<i>Crucicostulifera</i> <i>bebourensis sp. nov.</i>	74, 105, 106, 111, 115, 134, 161, 219, 265– 267,
<i>Caloneis fontinalis</i>	103, 107, 111, 115, 161, 381– 382	<i>Ctenophora vaucheriae</i>	239
<i>Caloneis lacunarum</i> var. <i>fontinalis</i>	381	<i>Cyclotella atomus</i>	105, 106, 111, 115, 161, 224– 225
<i>Ceratoneis lunaris</i> var. <i>bilunaris</i>	251	<i>Cyclotella distinguenda</i>	224
<i>Ceratoneis vaucheriae</i>	2140	<i>Cyclotella kutzingiana</i> var. <i>meneghiniana</i>	226
<i>Chamaepinnularia sp.</i> n°1	74, 105, 111, 115, 161, 364	<i>Cyclotella lineata</i> var. <i>euglypta</i>	312
<i>Chamaepinnularia</i> <i>vyvermanii</i>	364	<i>Cyclotella mascarenica</i>	219
<i>Clevamphora ovalis</i> var. <i>pediculus</i>	426	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	105, 106, 111, 115, 119, 161, 226–227
<i>Cocconeis communis</i> f. <i>pediculus</i>	313		
<i>Cocconeis communis</i> var. <i>pediculus</i>	313		

<i>Cyclotella</i>	227	<i>Discostella</i>	161, 228–229
<i>pseudostelligera</i>		<i>pseudostelligera</i>	
<i>Cyclotella stelligera</i> var.	227	<i>Discostella stelligera</i>	228
<i>pseudostelligera</i>			
<i>Cymbella aequalis</i> var.	268	<i>Discostella stelligera</i> var.	228
<i>diminuta</i>		<i>pseudostelligera</i>	
<i>Cymbella aff. diminuta</i>	161, 268–269	<i>Encyonema caepitosum</i>	314
		var. <i>pediculus</i>	
<i>Cymbella affinis</i> f. <i>excisa</i>	270	<i>Encyonema paradoxum</i>	276
<i>Cymbella affinis</i> var.	270	<i>Encyonema pediculus</i>	426
<i>excisa</i>			
<i>Cymbella caespitosum</i>	426	<i>Encyonema stigmoideum</i>	105, 112, 116, 161, 276–277
var. <i>pediculus</i>			
<i>Cymbella cymbiformis</i>	268	<i>Encyonema ventricosum</i>	270
		var. <i>excisum</i>	
<i>Cymbella diminuta</i>	268	<i>Encyonopsis cesatii</i>	278
<i>Cymbella excisa</i>	104, 109, 111, 115, 119, 161, 270–272	<i>Encyonopsis cilaosensis</i>	74, 134, 161, 217, 219, 278– 279
		<i>sp. nov.</i>	
<i>Cymbella obtusa</i> var.	268	<i>Encyonopsis palmeti sp.</i>	74, 105, 107, 112, 116, 119, 161, 280–281
<i>diminuta</i>		<i>nov.</i>	
<i>Cymbella pediculus</i>	426	<i>Eolimna martinii</i>	365
<i>Cymbella tropica</i>	104, 109, 111, 115, 161, 273– 275	<i>Eolimna minima</i>	103, 106, 107, 111, 115, 119, 161, 365–366
<i>Cymbopleura diminuta</i>	268	<i>Eolimna ruttneri</i>	103, 112, 116, 161, 367–368
<i>Diadесmis confervacea</i>	104, 106, 111, 115, 161, 346– 347	<i>Epithemia adnata</i>	96, 97, 105, 107, 112, 116, 161, 474–476
<i>Diadесmis contenta</i>	104, 109, 111, 115, 161, 348– 349	<i>Eunotia adnata</i>	474
<i>Diatoma rigidum</i>	230	<i>Eunotia arcus</i>	251
<i>Diatoma vulgare</i>	104, 109, 111, 115, 119, 161, 230–232	<i>Eunotia bilunaris</i>	251
<i>Diploneis didyma</i>	383	<i>Eunotia bilunaris form. 1</i>	105, 112, 116, 161, 251–252
<i>Diploneis puella</i>	161, 383–384	<i>Eunotia bilunaris form. 2</i>	105, 112, 116, 161, 253–254
<i>Discotella mascarenica</i>	219	<i>Eunotia botuliformis</i>	105, 112, 116, 161, 256

<i>Eunotia curvata</i> var. <i>bilunaris</i>	251	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	103, 108, 112, 116, 161, 240–241
<i>Eunotia exigua</i>	105, 112, 116, 161, 257–258	<i>Fragilaria vaucheriae</i> var. <i>parvula</i>	240
<i>Eunotia minor</i>	96, 97, 105, 112, 116, 161, 259–261	<i>Frustulia adnata</i>	474
<i>Eunotia pectinalis</i> f. <i>minor</i>	259	<i>Frustulia crassinervia</i>	105, 112, 116, 161, 354–355
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minor</i>	259	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinervia</i>	354
<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>minus</i>	259	<i>Frustulia saxonica</i>	354
<i>Eunotia</i> sp. n°9	105, 112, 116, 161, 261–262	<i>Frustulia</i> sp. n°1	105, 112, 116, 161, 356–357
<i>Exilaria ulna</i>	248	<i>Frustulia</i> sp. n°4	105, 112, 116, 161, 358–359
<i>Exilaria vaucheriae</i>	240	<i>Frustulia</i> sp. n°6	105, 112, 116, 161, 360–361
<i>Fallacia meridionalis</i>	161, 369–370	<i>Frustulia ulna</i>	248
<i>Fallacia pygmaea</i>	161, 369	<i>Frustulia ulva</i>	248
<i>Fistulifera saprophila</i>	104, 106, 112, 116, 119, 161, 371–372	<i>Geissleria bourbonensis</i>	74, 96, 97, 103, 109, 112, 116, 161, 219, 420–421
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	240	<i>Geissleria creolorum</i>	74, 219
<i>Fragilaria lanceolata</i>	246	<i>Geissleria mafatensis</i>	74, 219
<i>Fragilaria pectinalis</i>	233	<i>Geissleria mascarenicensis</i>	74, 103, 108, 112, 116, 161, 219, 422–423
<i>fragilaria pinnata</i>	242	<i>Geissleria moseri</i>	420
<i>Fragilaria</i> sp. n°1	103, 109, 112, 116, 161, 233–234	<i>Gomphoneis elegans</i>	282
<i>Fragilaria</i> sp. n°2	103, 109, 112, 116, 161, 235–237	<i>Gomphoneis herculeana</i> var. <i>minuta</i>	282
<i>Fragilaria</i> sp. n°3	104, 107, 112, 116, 161, 238–239	<i>Gomphoneis heterominuta</i>	301
<i>Fragilaria ulna</i>	248	<i>Gomphoneis minuta</i>	105, 107, 112, 116, 119, 161, 282–283
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	244	<i>Gomphonema abbreviatum</i>	263

<i>Gomphonema acuminatum</i>	284	<i>Halamphora veneta</i>	105, 106, 113, 117, 161, 433–434
<i>Gomphonema affine</i> var. <i>affine</i>	220	<i>Himantidium exiguum</i>	257
<i>Gomphonema affine</i> var. <i>rhombicum</i>	220	<i>Himantidium minus</i>	259
<i>Gomphonema afrhombicum</i>	104, 107, 112, 116, 119, 161, 284–285	<i>Himantidium pectinale</i> var. <i>minus</i>	259
<i>Gomphonema angustivalva</i>	105, 107, 112, 113, 116, 117, 119, 161, 286	<i>Homoeocladia filiformis</i>	449
<i>Gomphonema bourbonense</i>	103, 107, 161, 219, 287–288	<i>Homoeocladia amphibia</i>	439
<i>Gomphonema brasiliense</i> subsp. <i>pacificum</i>	105, 107, 113, 117, 161, 289–290	<i>Homoeocladia conferta</i>	444
<i>Gomphonema clevei</i>	96, 97, 103, 108, 113, 117, 161, 219, 291–293	<i>Homoeocladia debilis</i>	435
<i>Gomphonema curvipedatum</i>	161, 294–295	<i>Homoeocladia dissipata</i>	446
<i>Gomphonema lagenula</i>	161, 296–297	<i>Homoeocladia frauenfeldii</i>	442
<i>Gomphonema laticollum</i>	161, 298, 300, 217–219	<i>Homoeocladia inconspicua</i>	453
<i>Gomphonema minutum</i>	104, 109, 113, 117, 161, 301–302	<i>Homoeocladia palea</i>	459
<i>Gomphonema parvulum</i>	37, 135	<i>Karayevia aff. amoena</i>	161, 334–335
<i>Gomphonema parvulum</i> f. <i>lagenula</i>	296	<i>Karayevia amoena</i>	334
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>lagenula</i>	296	<i>Karayevia clevei</i>	334
<i>Gomphonema parvulum</i> f. <i>saprophilum</i>	105, 106, 113, 117, 119, 161, 303	<i>Kobayasiella bebourensis</i>	74, 105, 113, 117, 134, 161, 219, 373–374
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	103, 107, 113, 117, 161, 304–306	<i>Kobayasiella bicuneus</i>	373
<i>Gomphonema</i> sp. n°3	307–308	<i>Licmophora minuta</i>	301
<i>Halamphora coffeaeformis</i>	430	<i>Lysigonium varians</i>	221
<i>Halamphora ghanensis</i>	105, 106, 113, 117, 161, 430–432	<i>Mayamaea atomus</i>	375
		<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i>	375
		<i>Mayamaea permitis</i>	104, 106, 107, 113, 117, 119, 161, 375–376

<i>Melosira nummuloides</i>	221	<i>Navicula fasciata</i> var.	381
<i>Melosira varians</i>	103, 109, 113, 117, 161, 221– 223	<i>Navicula fontinalis</i>	381
<i>Microneis exigua</i>	322	<i>Navicula gregaria</i>	103, 107, 113, 117, 161, 399– 400
<i>Microneis lanceolata</i>	339	<i>Navicula microstauron</i>	379
<i>Microneis lanceolata</i> var.	344	<i>Navicula minima</i>	365
<i>rostrata</i>		<i>Navicula muscora</i>	362
<i>Navicula</i> aff.	105, 107, 113, 117, 161, 387– 388	<i>Navicula notha</i>	104, 107, 113, 117, 119, 161, 401–402
<i>crassulexigua</i>		<i>Navicula permitis</i>	375
<i>Navicula</i> aff.	104, 109, 113, 117, 161, 389– 390	<i>Navicula puella</i>	383
<i>cryptocephala</i>		<i>Navicula quasidisjuncta</i>	161, 403–404
<i>Navicula atomus</i> var.	375	<i>Navicula ranomafanensis</i>	161, 405–406
<i>permitis</i>		<i>Navicula rhomboides</i> var.	354
<i>Navicula brachysira</i>	351	<i>crassinervia</i>	
<i>Navicula bryophiloides</i>	362	<i>Navicula ruttneri</i>	367
<i>Navicula capitatoradiata</i>	104, 109, 113, 117, 119, 161, 391–393	<i>Navicula salinicola</i>	104, 106, 107, 113, 117, 161, 407
<i>Navicula confervacea</i>	346	<i>Navicula saprophila</i>	371
<i>Navicula contenta</i>	348	<i>Navicula schroeteri</i> var.	396
<i>Navicula crassinervia</i>	354	<i>escambia</i>	
<i>Navicula crassulexigua</i>	387	<i>Navicula seminulum</i>	377
<i>Navicula cryptocephala</i>	389	<i>Navicula seriens</i> var.	351
<i>Navicula cryptocephala</i> f.	418	<i>brachysira</i>	
<i>veneta</i>		<i>Navicula</i> sp. n°15	105, 107, 113, 117, 162, 413
<i>Navicula cryptocephala</i>	418	<i>Navicula</i> sp. n°2	104, 109, 113, 117, 161, 408
var. <i>veneta</i>		<i>Navicula</i> sp. n°3	105, 106, 113, 117, 161, 409– 410
<i>Navicula cryptotenella</i>	103, 108, 113, 117, 161, 394– 395		
<i>Navicula elliptica</i> var.	383		
<i>puella</i>			
<i>Navicula escambia</i>	104, 107, 113, 117, 161, 396– 398		

<i>Navicula sp. n°8</i>	105, 106, 113, 117, 161, 411–412	<i>Nitzschia labella</i>	456
<i>Navicula submolesta</i>	424	<i>Nitzschia aff. labella</i>	456–457
<i>Navicula tripunctata</i>	104, 109, 113, 117, 414–415	<i>Nitzschia microcephala</i>	105, 106, 114, 118, 162, 458
<i>Navicula vandamii</i>	104, 109, 114, 118, 416–417	<i>Nitzschia palea</i>	103, 106, 107, 114, 118, 162, 459–460
<i>Navicula veneta</i>	162, 418–419	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>fonticola</i>	451
<i>Navicula vulpina</i> var. <i>ranomafanensis</i>	405	<i>Nitzschia palea</i> f. <i>dissipata</i>	446
<i>Nitzschia agnita</i>	437–438	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>dissipata</i>	446
<i>Nitzschia amphibia</i>	439–441	<i>Nitzschia soratensis</i>	97, 104, 114, 118, 119, 162, 461–463
<i>Nitzschia amphibian</i> f. <i>frauenfeldii</i>	162, 442–443	<i>Nitzschia sp. n°1</i>	464
<i>Nitzschia conferta</i>	105, 106, 114, 118, 162, 444–445	<i>Nitzschia sp. n°30</i>	465
<i>Nitzschia debilis</i>	435	<i>Nitzschia sp. n°36</i>	74, 97, 103, 107, 114, 118, 162, 466–467
<i>Nitzschia dissipata</i>	104, 109, 114, 118, 162, 446–447	<i>Nitzschia sp. n°37</i>	74, 105, 106, 114, 118, 119, 162, 468–469
<i>Nitzschia elongata</i>	437	<i>Nitzschia sp. n°38</i>	74, 470–471
<i>Nitzschia epiphyticoides</i>	448	<i>Nitzschia tropica</i>	97, 103, 108, 114, 118, 162, 472–473
<i>Nitzschia filiformis</i>	449–450	<i>Nitzschia tryblionella</i> var. <i>debilis</i>	435
<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i>	444	<i>Nupela giluwensis</i>	350
<i>Nitzschia fonticola</i>	103, 108, 114, 118, 162, 451–452	<i>Nupela sp. n°1</i>	105, 114, 118, 162, 350
<i>Nitzschia frauenfeldii</i>	442	<i>Pinnularia bartii</i>	199
<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>inconspicua</i>	453	<i>Pinnularia didyma</i>	383
<i>Nitzschia inconspicua</i>	96, 97, 104, 106, 107, 114, 118, 119, 162, 453–455	<i>Pinnularia microstauron</i>	162, 379–380
		<i>Pinnularia viridis</i>	379

<i>Planothidium biporumum</i>	336–337	<i>Sellaphora seminulum</i>	103, 106, 114, 118, 162, 377–378
<i>Planothidium frequentissimum</i>	338	<i>Seminavis gracilentia</i>	385
<i>Planothidium lancelolatum</i>	105, 107, 114, 118, 162, 339–341	<i>Seminavis sp. n°1</i>	105, 106, 114, 118, 162, 385–386
<i>Planothidium robustius</i>	105, 107, 114, 118, 119, 162, 342–343	<i>Seminavis strigosa</i>	385
<i>Planothidium rostratum</i>	344	<i>Stauroneis exilis</i>	322
<i>Planothidium rostratum form. 1</i>	103, 107, 114, 118, 162, 344–345	<i>Stauroneis microstauron</i>	379
<i>Pseudo-eunotia lunaris</i> var. <i>bilunaris</i>	251	<i>Stauoptera microstauron</i>	379
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	103, 107, 108, 114, 118, 162, 263–264	<i>Staurosirella lapponica</i>	242
<i>Rhoicosphenia curvata</i>	263	<i>Staurosirella aff. pinnata</i>	104, 107, 114, 118, 162, 242–243
<i>Rhopalodia gibba</i>	477	<i>Stenopterobia schweickerdtii</i>	480
<i>Rhopalodia hirundiniformis</i>	96, 97, 103, 108, 114, 118, 162, 477–479	<i>Stenopterobia sigmatella</i>	480
<i>Schizonema brachysirum</i>	351	<i>Stenopterobia sp. n°1</i>	105, 114, 118, 162, 480–482
<i>Schizonema contentum</i>	348	<i>Surirella intermedia</i>	480
<i>Schizonema cryptocephalum</i>	389	<i>Surirella melosiroides</i>	226
<i>Schizonema gregarium</i>	399	<i>Surirella schweickerdtii</i>	480
<i>Schizonema microstauron</i>	379	<i>Synedra acus</i>	244
<i>Schizonema minimum</i>	365	<i>Synedra affinis</i> var. <i>arcus</i>	244
<i>Schizonema puella</i>	383	<i>Synedra bilunaris</i>	251
<i>Schizonema seminulum</i>	377	<i>Synedra dissipata</i>	446
<i>Sellaphora pupula</i>	377	<i>Synedra goulardi</i> var. <i>acus</i>	244
		<i>Synedra lanceolata</i>	246
		<i>Synedra oxyrhynchus</i> var. <i>acus</i>	244

<i>Synedra palea</i>	459	<i>Tryblionella debilis</i>	105, 106, 114, 118, 162, 435– 436
<i>Synedra ulna</i>	246	<i>Ulnaria acus</i>	162, 244–245
<i>Synedra ulna</i> var. <i>bilunaris</i>	251	<i>Ulnaria lanceolata</i>	103, 109, 114, 118, 246–247
<i>Synedra ulna</i> var. <i>lanceolata</i>	246	<i>Ulnaria ulna</i>	162, 248–250
<i>Synedra vaucheriae</i>	240	<i>Vibrio tripunctatus</i>	414
<i>Tryblionella acuminata</i>	435		

Titre : DIATOMÉES EPILITHIQUES DES COURS D'EAU PERENNES DE L'ILE DE LA REUNION

Taxinomie-Ecologie

Résumé : La Réunion est une île volcanique du Sud-Ouest de l'Océan Indien, située à 800 km à l'Est de Madagascar et appartenant à l'archipel des Mascareignes, avec Maurice et Rodrigues. Ce territoire est un département français d'outremer et par conséquent les lois européennes sur la qualité des eaux des cours d'eau s'y appliquent. La chimie de l'eau n'étant pas suffisante pour surveiller la qualité des eaux, les bio-indicateurs peuvent compléter le diagnostic. Dans cette thèse, les diatomées ont été choisies pour évaluer la qualité des eaux courantes. Les diatomées de La Réunion ne sont connues que par des articles épars avec la description de nouvelles espèces. Pendant quatre ans, six campagnes de prélèvements ont été menées sur les rivières pérennes. Ce travail a permis d'acquérir des connaissances sur la flore diatomique épilithique des cours d'eau pérennes de La Réunion et par conséquent sur la biodiversité de ces milieux. De plus, l'écologie des diatomées a été étudiée statistiquement, avec les arbres de régression multivariable (ARM), l'IndVal et ses extensions et les moyennes pondérées, ce qui a permis d'acquérir des connaissances sur l'écologie des communautés, l'autoécologie des espèces et donc sur la qualité de l'eau des rivières. Les résultats intégrés de cette thèse ainsi que les travaux réalisés dans le cadre d'une collaboration avec l'Irstea, ont abouti à une nouvelle méthode indicielle, l'Indice Diatomique Réunion ou IDR, permettant d'évaluer la qualité écologique des cours d'eau.

Mots clés : diatomées, bio-indicateur, cours d'eau, île de la Réunion, arbre de régression multivariable, IndVal

Title : Epilithic diatoms of Réunion Island perennial rivers

Taxonomy–Ecology

Abstract : The volcanic Réunion Island is situated in the southwest Indian Ocean, 800 km to the east of Madagascar; it belongs to the Mascarene archipelago with Mauritius and Rodrigues. This territory is a French overseas department and therefore follows EU laws rivers water quality. The water chemistry is not enough to monitor the quality of water and bioindicators can complete the diagnosis. In this thesis, diatoms have been chosen to assess the quality of the running waters. The diatoms of Réunion Island are only known through scarce articles with the description of new species. During four years, six sampling campaigns were conducted on the perennial rivers. The gain of this work is the knowledge of the epilithic diatom flora of Réunion Island perennial rivers and therefore the biodiversity of these environments. Moreover, the study of the diatom ecology by statistics, like Multivariable regression trees (MRT), IndVal and these extensions, Weighted Average (WA) allows acquire knowledge about their community ecology, their autoecology and accordingly on the quality of the river water. The results included in this thesis as well as the work done in collaboration with Irstea, led to a new index method, the Diatomic Index Réunion or IDR, to assess the ecological quality of rivers.

Keywords : Diatoms, bioindicators, rivers, Réunion Island, multivariable regression trees, IndVal

EABX (Ecosystèmes Aquatiques et changements globaux)

Centre IRSTEA de Bordeaux, 50 Avenue de Verdun, Gazinet, 33612, Cestas Cedex