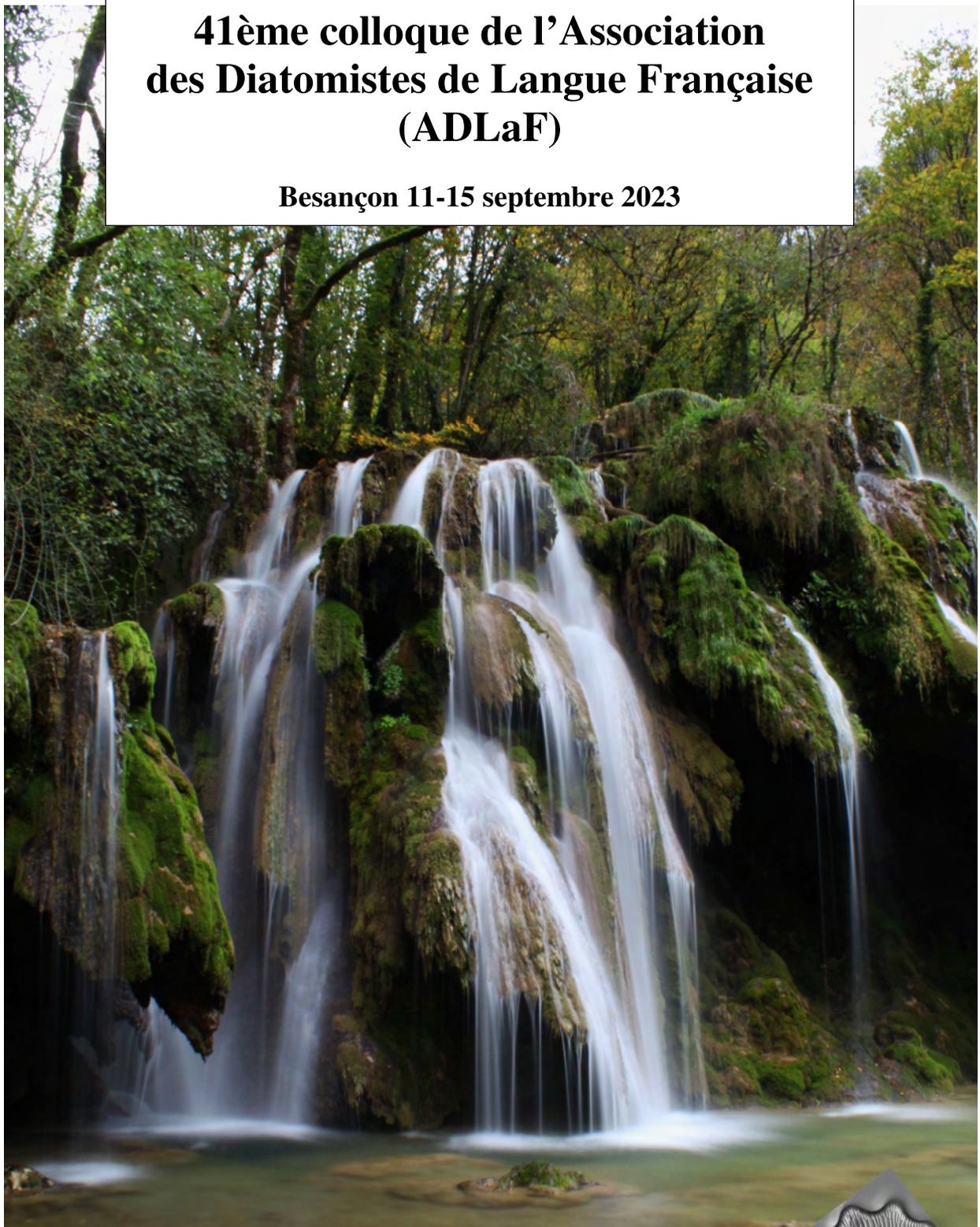


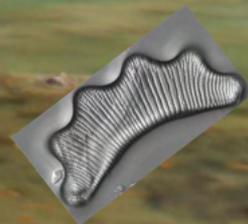
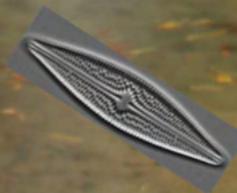
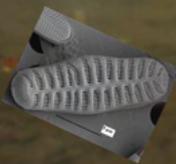
41ème colloque de l'Association des Diatomistes de Langue Française (ADLaF)

Besançon 11-15 septembre 2023



**PRÉFET
DE LA RÉGION
BOURGOGNE-
FRANCHE-COMTÉ**

*Liberté
Égalité
Fraternité*




**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**
*Liberté
Égalité*




**ASSOCIATION
des DIATOMISTES
de Langue Française**


**KOELTZ
BOTANICAL BOOKS**



**Société botanique
de France**



41^{ème} colloque de l'Association
des Diatomistes de Langue Française (ADLaF)

Programme et livre des résumés

BESANÇON, France, 11-15 septembre 2023

Comité organisateur

OFB DR BFC : Christel Jaussaud, Valérie Peeters, Arthur Basile et Laurent Souchaud

CNRS, GEOLAB : Aude Beauger

OFB DR Grand-Est : Laura Moreau et David Heudre

Comité scientifique

CNRS, GEOLAB : Aude Beauger

OFB DR Grand-Est : David Heudre et Laura Moreau

INRAe Bordeaux : Soizic Morin

OFB DR BFC : Valérie Peeters

CEREGE : Christine Paillès

Jardin botanique de Meise : Bart Van de Vijver

PROGRAMME

Lundi 11 septembre

INTERCALIBRATION

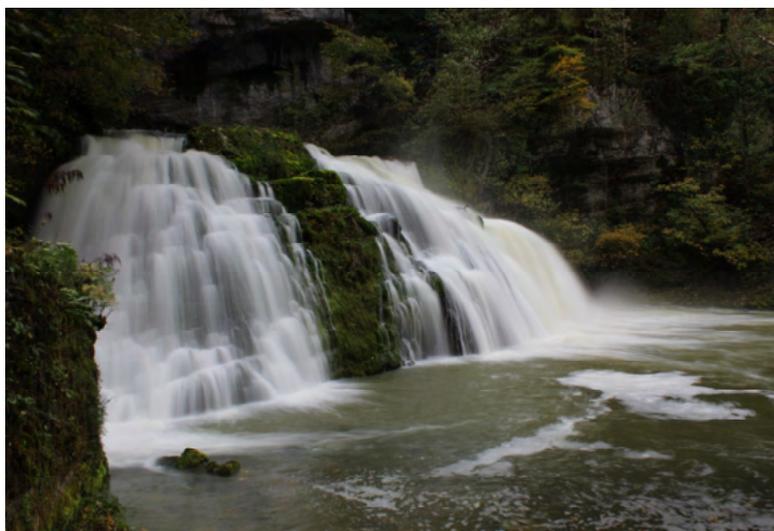
13h30 : accueil des participants à l'intercalibration, remise des sacoches

14h30 : départ en bus de la gare Besançon Viotte

15h30-16h30 : prélèvement, réalisation du pot commun

17h30 : retour gare de Besançon Viotte

17h30-18h30 : séance de microscopie



Mardi 12 septembre

COLLOQUE

8h00 : accueil des participants

9h30 : discours d'ouverture de **Mr Bart Van de Vijver**, président de l'association et discours de bienvenue de **Mme Anne-Laure Borderelle**, directrice adjointe de la Direction Régionale de l'OFB de Bourgogne-Franche-Comté

Les interventions marquées d'un () sont celles d'un ou d'une étudiante qui concourt pour le prix de la meilleure communication ou du meilleur poster*

P = poster **C** = communication **TR** = table ronde **Ex** = exposé

Paléocéologie des eaux continentales, saumâtres et marines

Présidents de séance : Benoît Schoefs et Aude Beauger

9h50-10h10 : **André Coralie, Wim De Clercq, Annelies Storme, Maxime Poulain, Dante de Ruijscher, Jan Trachet, Frieda Bogemans, Koen Sabbe, Bart Van de Vijver, Stephen Louwye**

C* Reconstruction paléoenvironnementale d'une digue médiévale à Mude (Zélande, Pays-Bas) basée sur l'écologie des palynomorphes et des diatomées.

10h10-10h30 : **Cartier Rosine, Christine Paillès, Elodie Brisset, Kazuyo Tachikawa, Laurence Vidal**

C Sensibilité des Alpes du Sud françaises aux changements environnementaux depuis la fin de la dernière déglaciation

10h30-10h50 : **Cueille Marie Koen Sabbe & Taniel Danelian²**

C* Diversité et flux saisonniers de diatomées et autres micro-organismes du sud-ouest de la mer Ionienne (Mer Méditerranée)

10h50-11h10 : **Tahri Anaïs, Aude Beauger, Anne Bonis, Emmanuelle Defive, Olivier Voltaire, Elisabeth Allain, Christelle Blavignac, Karen K. Serieyssol, Ana Ejarque, Kevin Guerineau, Yannick Miras, Delphine Latour**

C Contribution des diatomées fossiles à la reconstruction de l'histoire paléoenvironnementale du Gour de Tazenat (63)

11h10-11h15 : **Paillès Christine, Rosine Cartier**

P Une espèce non identifiée de Fragilariaceae appartenant au genre *Staurosira* découverte dans les sédiments lacustres du lac Petit (2200 m a.s.l., Massif du Mercantour, Alpes du sud)

Pause-café : 11h15-11h45

Ecotoxicologie, innovation technologique et gaz à effet de serre

Présidents de séance : Christine Paillès et Cécile Figus

11h45-12h05 : Morin Soizic & Joan Artigas

C Quels impacts des pesticides sur les fonctions écosystémiques assurées par les communautés de diatomées en eau douce ?

12h05-12h25 : Camille COURCOUL, Martin Laviale, Vincent Baillard, Elise Billoir, Joséphine Leflaive, Stéphanie Bouletreau

C La réponse des biofilms phototrophes au stress thermique dépend-elle de leur complexité, de leur histoire thermique, ou des deux ?

12h25-12h45 : Aïda Bouhouch, Grégoire Etot, Monnier Olivier

C L'impact carbone de la recherche et de l'expertise sur les écosystèmes aquatiques tropicaux. Focus sur les études « diatomées »

12h45-13h05 : Caroline Roux, Cassandre Madru, Débora Millan Navarro, Gwilherm Jan, Nicolas Mazzella, Aurélie Moreira, Jacky Vedrenne, Laure Carassou, Morin Soizic

C Impacts de la pollution lumineuse nocturne et chimique sur le biofilm aquatique

13h15-14h30 : Pause déjeuner

14h30-14h50 : Verbeke Hugo, Scarsini Matteo, Lumy Mathilde, Marchand Justine, Verchain Michel, Schoefs Benoît

C AGITER : un dispositif innovant de culture des microalgues en petits volumes

Metabarcoding et ADNé

Président de séance : Tahri Anaïs

14h50-15h10 : Eve Morice, Sébastien Boutry, Eric Quinton & Delmas François

C Intercomparaison des résultats IBD morphologique – IBD ADNé sur les cours d'eau de France métropolitaine et mise en relation avec les pressions anthropiques,

15h10-16h10 : Vasselon Valentin, Frédéric Rimet, Agnès Bouchez & Olivier Monnier

TR Comprendre le metabarcoding des diatomées pour appréhender les enjeux de la bioindication du futur

16h10-16h40 pause-café

16h40-18h00 : séance de microscopie

Mercredi 13 septembre

Biodiversité des eaux continentales et saumâtres

Président de séance : Olivier Monnier

8h20-8h40 : Beauger Aude, Elisabeth Allain, Olivier Voldoire, Christelle Blavignac, Guillaume Caillon, Anaïs Tahri, Bart Van de Vijver, Carlos E. Wetzel

C Diatomées des sources minérales de la Réserve Naturelle Régionale des tourbières du Jolan et de la Gazelle : biodiversité et qualité de l'eau

8h40-9h00 : Seu-Anoi Netto Mireille, Phillippe Cecchi, Allassane Ouattara, Estelle Masseret

C Etude préliminaire de la distribution spatiale des diatomées de trois Lagunes ouest africaines (Ebrié, Aby et Mondoukou ; Côte d'Ivoire)

Ecologie des diatomées des eaux continentales

Présidents de séance : Martin Laviale et Coralie André

9h00-9h05 : Hugo Verbeke, Matteo Scarsini, Brigitte Veidl, Mathilde Lumy, Justine Marchand, Michel Verchain, Schoefs Benoît

P Le dispositif AGITER permet de réduire la variabilité inter-cultures des microalgues en petits volumes

9h05-9h25 : Baker Lory-Anne, Olivier Voldoire, Elisabeth Allain, Vincent Breton, Sofia Kolovi, Patrick Chardon, Gille Montavon, Karine David, Céline Bailly, Claire Sergeant, Guillaume Holub, Clarisse Mallet, David Biron, Aude Beauger

C* Influence des paramètres chimiques et radiologiques mesurés dans les sources minérales d'Auvergne sur la fréquence de déformations du cavum de *Planothidium frequentissimum*

9h25-9h45 : Beauger Aude, Olivier Voldoire, Elisabeth Allain, Pierre Gosseume, Christelle Blavignac, Lory-Anne Baker, Luc Ector[†], Carlos E. Wetzel

C Première synthèse de l'étude des diatomées peuplant les sources minérales : focus sur la biodiversité et les facteurs environnementaux structurant les communautés des sources salées

9h45-10h15 : pause-café

10h15-10h20 : Vouters Jean-Marc

P *Achnantheidium crassum*, une nouvelle espèce invasive en France ?

10h20-11h20 : Van de Vijver Bart

Ex Poirot au musée : comment la quête du matériel type peut améliorer nos connaissances écologiques

Pause déjeuner : 11h30-13h00

13h15 : départ pour Arbois devant la gare de Besançon Viotte

19h30 : repas de gala à la brasserie du commerce 31 Rue des Granges, 25000 Besançon

Jeudi 14 septembre

8h00-9h00 : réunion des membres du bureau

Taxonomie et morphologie des diatomées des eaux continentales et saumâtres

Présidents de séance : David Heudre et Lory-Anne Baker

9h00-9h05 : Figus Cécile, Jakub Witkowski

P* Nouveaux taxons marins fossiles de Rhapsoneidaceae Forti

9h05-9h10 : Peeters Valérie, Bart Van de Vijver, Katharina Wilfert, Myriam de Haan

P Analyse du matériel type de *Cymbella minuta* et *Cymbella silesiaca*

9h10-9h15 : Van de Vijver Bart, Paul B. Hamilton & Wolf-Henning Kusber

P Le matériel type d'Ehrenberg de *Staurosira construens*, *S. venter* et *S. binodis* enfin révélé

9h15-9h20 : Van de Vijver Bart, Valérie Peeters, Petra Ballings & Myriam de Haan

P Des nouveautés dans le genre *Staurosirella* en Europe

9h20-9h25 : Myriam de Haan & Van de Vijver Bart

P Les échantillons et notes de Walker Arnott, une partie précieuse de la collection Van Heurck au Jardin botanique de Meise.

9h25-9h30 : Van de Vijver Bart, Ingrid Jüttner & Wolf-Henning Kusber

P Typification de *Colletonema viridulum* et le nom correct pour *Frustulia erifuga* (Amphipleuraceae, Bacillariophyta)

9h30-9h50 : Villefourceix-Gimenez Pierre, Iane Vallanzasca, Sébastien Boutry, Eric Quinton, Soizic Morin

C Démonstration : une application web pour la collecte des images de diatomées tératologiques

Qualité de l'eau et indicateur biologique

Présidents de séance : Soizic Morin et Marie Cueille

9h50-10h10 : Aishwarya Venkataramanan, Philippe Usseglio-Polatera, David Heudre, Cédric Pradalier, Laviale Martin

C Reconnaissance automatique des diatomées : évaluation de l'influence des erreurs d'identification sur l'IBD et de l'état écologique des cours d'eau. Exemple du bassin Rhin-Meuse

10h10-10h30 : François Delmas, Eulin-Garrigue Anne, Estelle Lefrançois, Olivier Monnier

C Projet de révision de la taxinomie des diatomées des cours d'eau des Antilles en vue d'améliorer l'indice diatomique antillais (IDA)

10h30-11h00 : Pause-café

11h00-11h20 : OUBALLOUK Youssef Abdelkader Chahlaoui, Abdelhak Saidi, Moulay Lafdil Belghiti *par visioconférence du Maroc*

C La diversité des diatomées en relation avec les paramètres physico-chimiques des eaux du réservoir du barrage de Sidi Chahed à Fès Meknès

11h25-11h30 : G. Gassiole, G. Borie, E. Métro, C. Yven, Monnier Olivier

P Qualité des masses d'eau de transition de La Réunion. Faisabilité par les diatomées ?

11h30-11h45 : Henry Léonard, Juliette Rosebery, Sebastien Boutry

C VisualDiatoms, une application pour mettre en valeur les données diatomées
Intervention enregistrée

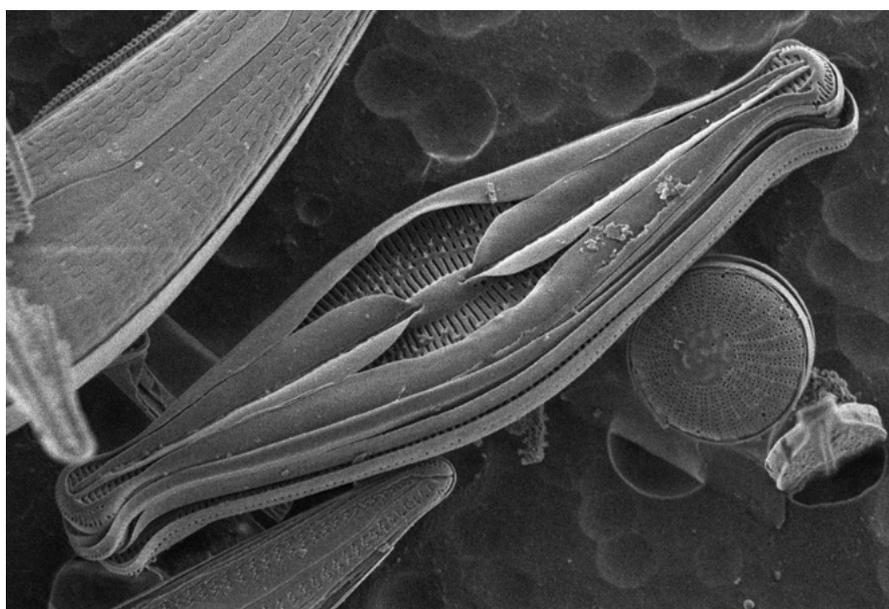
11h45- 12h30 : Assemblée générale de l'ADLaF, vote pour la meilleure communication ou le meilleur poster d'un(e) étudiant(e)

12h30-13h00 : remise des prix et clôture du colloque

13h15-14h30 : pause déjeuner

Jeudi 14 et vendredi 15 septembre

WORKSHOP par le professeur Bart Van de Vijver



Jeudi 14h30-18h00 : cours sur le genre *Brachysira*

Vendredi 9h00-12h00 : observation de lames

12h15 : pause-déjeuner

RÉSUMÉS

(C) Reconstruction paléoenvironnementale d'une digue médiévale à Mude (Zélande, Pays-Bas) basée sur l'écologie des palynomorphes et des diatomées

Coralie André¹, Wim De Clercq², Annelies Storme³, Maxime Poulain², Dante de Ruijscher², Jan Trachet², Frieda Bogemans⁴, Koen Sabbe⁵, Bart Van de Vijver^{6,7} & Stephen Louwye¹

¹Ghent University, Department of Geology, Krijgslaan 281-S8, 9000 Ghent, Belgium (Coralie.Andre@Ugent.be)

²Ghent University, Department of Archaeology, Sint-Pietersnieuwstraat 35, 9000 Ghent, Belgium

³Ruben Willaert nv, Ten Briele 14.15, 8200 Sint-Michiels, Belgium

⁴Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Geological Survey of Belgium, Rue Jenner 13, 1000 Brussels, Belgium

⁵Ghent University, Protistology and Aquatic Ecology Lab, Krijgslaan 281-S8, 9000 Ghent, Belgium

⁶Meise Botanic Garden, Research Department, Nieuwelaan 38, B-1860 Meise, Belgium

⁷University of Antwerp, Department of Biology – ECOSPHERE, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk, Belgium

La région de Bruges (Flandre, Belgique) était un centre économique et culturel important à la fin du Moyen Âge car elle était reliée à la mer du Nord par un grand bras de marée appelé le Zwin, le long duquel un réseau de ports s'est développé.

L'homme s'est approprié le paysage par la construction massive de digues et de canaux.

Cependant, après son apogée, les ports sont tombés en désuétude et ont disparu à cause de l'effondrement de l'économie et de l'envasement du Zwin.

Un projet pluridisciplinaire a pour objectif la reconstitution du paléoenvironnement à l'époque romaine et médiévale dans la plaine côtière du nord de la Belgique et des Pays-Bas. Deux boîtes d'échantillon ont été prélevées au port perdu de Mude (Zélande, Pays-Bas), l'une située dans une digue datée du XII^e-XIII^e, et l'autre située le long de cette digue et comprenant une couche de déchets datée du XIII^e-XIV^e siècle. Les sédiments de ces boîtes d'échantillon ont été étudiés pour des analyses palynologiques et de diatomées.

La digue montre des sédiments de vasières remaniés (mottes d'argiles), creusés par l'homme dans la plaine côtière et utilisés comme couche de nivellement sur laquelle la digue a ensuite été construite. Le paléoenvironnement terrestre reflète un paysage dominé par la forêt et la présence à proximité de la plaine côtière. Les diatomées tychoplanctoniques marines-saumâtres (*Cymatosira belgica* et *Paralia sulcata*) indiquent une influence marine. Des sédiments contenant un grand nombre de coquillages ont ensuite été déposés par l'homme au-dessus des mottes d'argile pour augmenter la hauteur de la digue. Cette couche contient d'abondants palynomorphes associés aux activités anthropiques. Les diatomées tychoplanctoniques marines-saumâtres restent dominantes et les espèces benthiques d'eau saumâtre-douce (*Navicula cincta* et *Hantzschia amphyoaxis*) reflètent des conditions plus sèches.

La deuxième boîte d'échantillon contient des sédiments de vasières non perturbés, dans lesquels sont enregistrés des paléoenvironnements terrestres et aquatiques similaires à ceux des sols argileux à la base de la digue. La couche de déchets recouvrant ces sédiments de vasières abrite de nombreux palynomorphes liés aux activités anthropiques.

Les espèces épontiques et benthiques d'eau saumâtre-douce (*Halamphora coffeiformis* et *Nitzschia capitellata*) deviennent dominantes et reflètent des conditions plus humides. Les palynomorphes et diatomées d'une digue médiévale ont permis de différencier les paléoenvironnements terrestres et aquatiques entre les sédiments côtiers et les couches de déchets à l'échelle locale et régionale. Ces résultats permettent également de valoriser l'étude de structures archéologiques souvent considérées stériles du fait de leur élévation.

(C) Sensibilité des Alpes du Sud françaises aux changements environnementaux depuis la fin de la dernière déglaciation

Rosine Cartier¹, Christine Paillès¹, Elodie Brisset², Kazuyo Tachikawa¹ & Laurence Vidal¹

¹- Aix Marseille Université, CNRS, IRD, INRAE, Collège de France, CEREGE, Aix-en-Provence, France

²- Aix-Marseille Université, CNRS, IRD, Avignon Université, IMBE, Europôle de l'Arbois, 13545 Aix-en-Provence, France

La gestion des ressources en eau et des risques environnementaux en haute montagne est d'une importance majeure pour les sociétés du pourtour méditerranéen. Les changements climatiques actuels montrent un réchauffement plus rapide en haute altitude et en région méditerranéenne que la moyenne mondiale (+2°C par rapport aux niveaux préindustriels). Le projet Hydro-ALPS vise à fournir de nouveaux enregistrements paléoclimatiques continus afin d'améliorer les modèles climatiques régionaux en intégrant les processus se produisant à l'échelle de temps millénaire. Les interactions étroites entre les activités humaines, le changement climatique et la survenue d'événements extrêmes seront également explorées à l'aide d'une approche multiproxies (sédimentologie, géochimie, palynologie). L'accent sera mis sur l'utilisation des diatomées, organismes siliceux microscopiques abondants dans les lacs alpins.

Cette communication présente les premiers résultats obtenus sur l'évolution de l'écosystème lacustre du lac Petit (2200 m a.s.l. ; Massif du Mercantour) à partir de l'étude taxonomique des assemblages de diatomées depuis la fin de la dernière glaciation jusqu'au milieu de l'Holocène (~13500-6000 cal. BP). Une flore riche en espèce appartenant à la famille des Fragilariaceae (18 espèces) est présente le long de l'enregistrement. Particulièrement abondantes durant les premiers stades de développement du lac (jusqu'à 11500 cal. BP), le cortège de Fragilariaceae est rapidement remplacé au début de l'Holocène par des espèces épiphytes des genres *Gomphonema*, *Cymbella* et *Diatoma*. Cette période est ponctuée d'un retour des Fragilariaceae (e.g. *Staurosirella pinnata*) durant des épisodes brefs de pulsations détritiques entre 10000 et 9000 cal. BP pouvant indiquer la présence de changements climatiques rapides. Des transitions similaires dans les assemblages sont observées vers 8000 cal. BP et 6700 cal. BP. De premières interprétations seront effectuées sur l'évolution couplée de l'écosystème lacustre et du bassin versant grâce au croisement de l'analyse taxonomique avec des données sur la composition en éléments majeurs des sédiments et la composition de la matière organique.

(C) Diversité et flux saisonniers de diatomées et autres micro-organismes du sud-ouest de la mer Ionienne (Mer Méditerranée)

Marie Cueille^{1,2}, Koen Sabbe¹ & Taniel Danelian²

¹Ghent University, Lab. Protistology & Aquatic Ecology, Krijgslaan 281-S8, B-9000 Gent, Belgium

²University of Lille, UMR 8198 –Evo-Eco-Paleo, F-59000 Lille, France

La mer Méditerranée orientale (EMed) est une mer oligotrophique qui présente des masses d'eaux complexes et devrait être fortement affectée par les changements climatiques récents. Les écosystèmes planctoniques marins sont rapidement impactés par les paramètres océanographiques et sont souvent considérés comme de potentiels indicateurs des variations environnementales et de la productivité du milieu. En se basant sur du matériel issu de pièges à sédiments collectés à 700 mètres de profondeur, ce travail révisé la diversité des diatomées de l'est de la mer Ionienne, et présente également les variations saisonnières de la communauté entre janvier et octobre 2015. Les données sont ensuite comparées à d'autres proxies micropaléontologiques tels que les radiolaires, les foraminifères et les silicoflagellés.

Une trentaine d'espèces de diatomées ont été identifiées. Les diatomées centriques sont dominantes, avec environ 91% de l'abondance totale. *Coscinodiscus radiatus*, *Asteromphalus marylandicus*, *Aulacoseira granulata* et *Ardissonea* cf. *crystallina* sont les espèces les plus communes et contribuent significativement au flux total. L'export vertical des diatomées et des autres proxies met en avant des variations saisonnières contrôlées par les changements climatiques et océanographiques, tels que la stratification de la colonne d'eau ou la température des eaux de surface. Le flux de diatomées ayant les valeurs les plus élevées se situe à la fin de la période hivernale et au début du printemps (jusqu'à $6.9 \times 10^5 \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$). Les valeurs de flux les plus faibles sont enregistrées en octobre ($2.2 \times 10^4 \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$). Le début de l'été semble être une période décisive pour les diatomées, avec notamment l'apparition de nouvelles espèces, un flux moins important et une soudaine augmentation de la présence de spores dans les échantillons. Malgré une grande majorité d'espèces marines, la présence de diatomées typiques d'eaux douces tels que *Aulacoseira granulata* et *Stephanodiscus medius* indiquerait l'importance d'apports aériens de diatomées fossiles en provenance de la région nord africaine, transportés par les vents, s'accordant avec l'absence notable d'apports fluviaux dans la zone étudiée malgré la localisation du site proche de la côte grecque.

Les radiolaires et les foraminifères planctoniques sont également très abondants dans nos échantillons. Tous deux ont des valeurs de flux très importantes en février, pour ensuite présenter une évolution similaire à celle des diatomées pour la période printemps-été. Les silicoflagellés contribuent de manière significative au flux total de la communauté

planctonique, avec des valeurs allant jusqu'à $1.9 \times 10^6 \text{ m}^{-2} \text{ day}^{-1}$, en affichant un pic de flux en juin, contrairement aux autres organismes étudiés. Les changements océanographiques saisonniers semblent ici avoir un impact important sur les divers organismes microplanctoniques de cette étude, qui diffèrent en fonction de leur taille, la nature minérale de leur test, et leurs besoins trophiques.

(P) Une espèce non identifiée de Fragilariaceae appartenant au genre *Staurosira* découverte dans les sédiments lacustres du lac Petit (2200 m a.s.l., Massif du Mercantour, Alpes du Sud)

Christine Paillès¹ & Rosine Cartier¹

¹ - Aix Marseille Université, CNRS, IRD, INRAE, Collège de France, CEREGE, Aix-en-Provence, France

Une espèce non identifiée de diatomée appartenant à la famille des Fragilariaceae a été découverte dans les sédiments lacustres du lac Petit (2200 m a.s.l., commune de Valdeblore). Ce lac, situé dans le Massif du Mercantour dans les Alpes du Sud présente des sédiments hautement riches en diatomées et composés d'un cortège de 18 espèces appartenant aux Fragilariaceae. Cette espèce est associée au cortège de diatomées du début de l'Holocène et très abondante dans un échantillon en particulier, elle n'est cependant plus présente dans les assemblages actuels. Les frustules, d'une trentaine de micromètres environ, ressemblent à deux *S. construens* var. *binodis* accolées avec la présence d'un rétrécissement central des valves. La valve présente ainsi quatre ondulations. Le pseudoraphé est large, les stries sont courtes et composées de pores allongés et la présence d'épines creuses spatulées entre les stries attribuent l'espèce au genre *Staurosira*. Dans la littérature, l'espèce se rapprochant le plus des caractéristiques de cette diatomée est *Staurosira construens* var. *triundulata* (H. Reichelt).

La description de l'espèce lors de cette communication sera basée sur des images obtenues au microscope optique et au microscope électronique à balayage (AMU). Les principaux critères supportant la présence d'une nouvelle espèce par rapport à la littérature déjà connue seront discutés ainsi que les critères permettant sa classification future.

(C) Contribution des diatomées fossiles à la reconstruction de l'histoire paléo-environnementale du Gour de Tazenat (63)

Anaïs Tahri¹, Aude Beauger¹, Anne Bonis¹, Emmanuelle Defive¹, Olivier Voltaire¹, Elisabeth Allain¹, Christelle Blavignac², Karen K. Serieyssol³, Ana Ejarque⁴, Kevin Guerineau⁵, Yannick Miras⁵ & Delphine Latour⁶

¹ Université Clermont Auvergne, CNRS, GEOLAB, F-63000 Clermont-Ferrand, France

² Centre Imagerie Cellulaire Santé, UCA PARTNER, 63000 Clermont-Ferrand, France

³ Laboratoire EVS-ISTHME, UMR 5600 – CNRS, Université de Lyon, 6 rue Basse des Rives, 42023

⁴ ISEM, UMR 5554, Université Montpellier, CNRS, EPHE, IRD, Montpellier, France

⁵ CNRS, HNHP UMR 7194, Muséum National d'Histoire Naturelle, Institut de Paléontologie Humaine, Paris, France.

⁶ Université Clermont Auvergne, CNRS, LMGE, F-63000 Clermont-Ferrand, France

Durant la dernière période glaciaire, autour de 29 et 34ka calBP, une éruption phréato-magmatique a eu lieu au nord de la Chaîne des Puys permettant l'apparition du maar du Gour de Tazenat. Ce lac, caractérisé par des pentes abruptes, possède une profondeur d'environ 66 m, et une quinzaine de mètres de sédiments sont archivés (Guerineau, 2022).

Une carotte sédimentaire de 14,5 m a été prélevée dans le centre du lac couvrant l'histoire du lac. Cette carotte offre la possibilité de reconstruire l'évolution des communautés diatomiques depuis la formation du lac. Pour cela, 100 échantillons ont été analysés. Sur la base des espèces dominantes (abondance supérieure à 1 %) dans la carotte, et grâce à une analyse de « CONstrained Incremental Sum of Squares » (CONISS), les différents échantillons étudiés ont été regroupés en 7 zones distinctes.

Nous observons à la base de la carotte sédimentaire (de 1450 à 1240 cm) la dominance d'une potentielle nouvelle espèce du genre *Pseudostaurosira*, qui se subdivise en deux morphotypes. Cette espèce domine dans le lac durant le Dryas ancien, une période où le climat est froid, sec, avec peu de précipitations (Guerineau, 2022). Cette espèce, avec ces deux morphotypes, est présente actuellement dans le lac alors que les conditions climatiques sont bien différentes, laissant supposer d'une large tolérance écologique de ces deux morphotypes, notamment par rapport à la température.

Nous observons ensuite de 1232 à 15,5 cm de profondeur, une dominance du genre *Pantocsekiella* avec notamment les espèces *P. comensis*, *P. costei*, *P. delicatula*, *P. ocellata* et *P. radiosa*. Ces espèces sont généralement associées à des milieux oligo-mésotrophes (Voigt *et al.*, 2008 ; Alexson *et al.*, 2019 ; Houk *et al.*, 2010). Cependant, à 500 cm (période du Sub-boréal; âge du Bronze) et 9 cm de profondeur, période sub-actuelle, correspondant aux années 1970, ces centriques sont remplacés par *Fragilaria tenera* sl. La présence de cette espèce appréciant les eaux riches en calcium-bicarbonate et en nitrate (NO₃⁻) (Lange-Bertalot *et al.*, 2017, Noble *et al.*, 2013) laisse supposer un potentiel enrichissement en nutriments du Gour de Tazenat sur ces deux périodes.

Ainsi, l'analyse diachronique des communautés de diatomées de cette archive sédimentaire permettra d'une part de mieux définir les préférences écologiques de certaines espèces et d'autre part de retracer l'évolution du statut trophique du Gour de Tazenat depuis sa formation. L'interprétation sera consolidée grâce à l'analyse multi-indicateurs conduite en parallèle.

(C) Quels impacts des pesticides sur les fonctions écosystémiques assurées par les communautés de diatomées en eau douce ?

Soizic Morin¹ & Joan Artigas²

¹ INRAE, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas cedex

² Université Clermont Auvergne, 1 Impasse Amélie Murat, TSA 60026 - CS 60026, 63178 AUBIERE Cedex

L'utilisation généralisée des pesticides organiques a entraîné la contamination des milieux aquatiques récepteurs. Cependant, la contribution des pesticides à la détérioration des écosystèmes d'eau douce, en termes de déclin de la biodiversité et d'altération des fonctions des écosystèmes, reste incertaine. Une fois dans le milieu aquatique, les pesticides et leurs métabolites peuvent interagir avec les communautés microalgales et provoquer des effets indésirables. La législation existante sur l'évaluation de la qualité écologique des masses d'eau en Europe est basée sur la qualité chimique de l'eau et certains bioindicateurs taxonomiques (Directive Cadre sur l'Eau, Directive Pesticides), mais les fonctions écosystémiques que ces communautés assurent ne sont pas encore incluses dans les programmes de surveillance. Nous avons réalisé une revue de littérature analysant les vingt dernières années (2000-2020) de recherche sur les fonctions écologiques assurées par les microorganismes dans les écosystèmes aquatiques. Nous décrivons l'ensemble des fonctions écosystémiques étudiées dans ces travaux, et la gamme de paramètres utilisés pour établir des relations causales, entre l'exposition aux pesticides (à des concentrations environnementales) et les réponses des microalgues. Cette revue de la littérature souligne que la plupart des études ont été réalisées à l'aide d'organismes benthiques d'eau douce, testant généralement les pesticides qui ciblent la composante autotrophe : les herbicides.

Globalement, la plupart des travaux démontrent des impacts délétères sur les fonctions étudiées (en particulier : provision et maintien de la biodiversité, mais également production et apport de matière organique et régulation des échanges gazeux) menaçant la biodiversité des communautés aquatiques d'eau douce à différents niveaux trophiques, ainsi que leur rôle dans le fonctionnement des écosystèmes.

(C) La réponse des biofilms phototrophes au stress thermique dépend-elle de leur complexité, de leur histoire thermique, ou des deux ?

Camille COURCOUL¹, Martin LAVIALE², Vincent BAILLARD², Elise BILLOIR², Joséphine LEFLAIVE¹ & Stéphanie BOULETREAU¹

¹ Laboratoire écologie fonctionnelle et environnement, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS, Toulouse, France

² Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France

En raison du changement climatique en cours, les écosystèmes aquatiques sont soumis à des vagues de chaleur plus fréquentes, plus intenses et plus longues. La photosynthèse étant particulièrement sensible aux variations de la température, ces événements extrêmes sont susceptibles d'affecter la productivité des organismes photosynthétiques aquatiques, en particulier les biofilms phototrophes colonisant les cours d'eau peu profonds qui peuvent connaître de courts épisodes de stress thermique extrême survenant pendant les étiages estivaux. Pourtant, l'étendue de la dégradation/limitation de la photosynthèse de ces biofilms due à ces stress reste méconnue.

Dans cette étude, nous avons étudié la réponse de la photosynthèse à un stress thermique de biofilms dominés par les diatomées, en cherchant à évaluer la contribution relative de l'histoire thermique et de la complexité de ces biofilms dans cette réponse. Pour ce faire, nous avons exposé au même stress thermique (de 31 à 44°C pendant 30, 60, 120 ou 180 minutes) des souches algales isolées, des communautés synthétiques simplifiées préalablement acclimatées à 3 températures et des communautés fluviales naturelles échantillonnées à différentes saisons. L'activité photosynthétique a été estimée à l'aide du rendement quantique maximal du photosystème II (Fv/Fm) mesuré à la fin de chaque exposition. Le concept de « dose thermique », couramment employé dans l'agroalimentaire, a été appliqué pour synthétiser les effets combinés de l'intensité de la température et de la durée de l'exposition à la température donnée à travers deux paramètres statistiques : la tolérance au stress imposé et la rapidité de la réponse à ce stress.

Nos résultats montrent que l'histoire thermique explique en grande partie la tolérance de la photosynthèse au stress thermique : les communautés simplifiées acclimatées à 25°C étaient plus tolérantes au stress thermique que les communautés pré-exposées à 15°C ou 20°C tandis que les communautés naturelles prélevées en été étaient plus tolérantes que celles prélevées en hiver. En revanche, la rapidité de la réponse au stress dépendait plutôt de la complexité des communautés étudiées : les communautés naturelles étaient moins rapides à répondre au stress, par rapport aux communautés synthétiques et cultures d'algues. Enfin, ces modèles de réponse à la température ont été utilisés pour estimer la réponse des biofilms à des conditions de température in situ : notre approche permet de montrer que même un stress thermique modéré peut altérer considérablement la productivité de ces biofilms dans les eaux peu profondes subissant des vagues de chaleur.

(C) L'impact carbone de la recherche et de l'expertise sur les écosystèmes aquatiques tropicaux. Focus sur les études « diatomées »

Aïda Bouhouch¹, Grégoire Etot² & Olivier Monnier³

¹ IMT Nord Europe, Douai

² OFB-DSUED, "Le Nadar" Hall C 5, square Félix Nadar 94300 Vincennes

³ OFB-DRAS, "Le Nadar" Hall C 5, square Félix Nadar 94300 Vincennes

Les diatomées sont l'un des principaux régulateurs biologiques de l'écosystème mondial. A ce titre, elles pourraient être particulièrement impactées par le changement climatique en cours, induit par les émissions de gaz à effet de serre (GES) issues des activités humaines. La recherche fait partie de ces activités, et il a été établi que la contribution des chercheurs aux émissions de GES était supérieure aux émissions moyennes de la population. Cela a généré une prise de conscience de la communauté scientifique, avec des initiatives comme Labo 1point5.

L'OFB contribue à la recherche sur l'eau et la biodiversité depuis 2008. Dans notre domaine d'expertise, les écosystèmes aquatiques tropicaux, nous avons souhaité faire le bilan des émissions de GES des projets qui ont été menés, dans le but de rechercher des moyens pour limiter ces émissions, supposées importantes. 150 projets ont été recensés entre 2008 et 2022. Par le biais des bilans financiers des études et de questionnaires adressés aux chercheurs, 29 bilans carbone ont finalement pu être réalisés. Ces bilans ont permis d'établir une typologie de projets en fonction de la contribution des différents postes d'émission : déplacements de personnes, fret d'échantillons, immobilisation, alimentation, consommables et matériaux. Six groupes de projets ont été caractérisés et des solutions propres à chacun ont été proposées pour limiter les émissions de GES. La présentation est illustrée d'exemples pris dans le domaine de la recherche sur les diatomées.

(C) Impacts de la pollution lumineuse nocturne et chimique sur le biofilm aquatique

Caroline Roux, Cassandre Madru, Débora Millan Navarro, Gwilherm Jan, Nicolas Mazzella, Aurélie Moreira, Jacky Vedrenne, Laure Carassou & Soizic Morin

INRAE, UR EABX, 50 avenue de Verdun, 33612 Cestas cedex

Les écosystèmes aquatiques urbains sont soumis à une multitude de stress anthropiques et hébergent des communautés fragilisées. La lumière artificielle nocturne provoque de nombreux dommages sur les écosystèmes aquatiques: changement dans la composition des communautés végétales, changement des interactions entre les espèces. Elle perturbe les cycles photosynthétiques des organismes autotrophes, avec de possibles conséquences sur l'état de stress oxydatif dans les cellules. Les impacts combinés de la pollution lumineuse et d'autres types de stress urbains, en particulier la contamination chimique susceptible également de générer du stress oxydatif chez les producteurs primaires aquatiques, restent inexplorés. Dans ce contexte, une approche expérimentale en conditions contrôlées d'un mois a été mise en place pour comprendre les effets singuliers et combinés de deux perturbations spécifiques du milieu urbain (pollution lumineuse nocturne et contamination chimique par le chlorure de dodécylbenzyltriméthylammonium BAC12) sur les biofilms aquatiques. Le BAC12 est un biocide utilisé dans de nombreux produits virucides et possiblement transféré vers les écosystèmes aquatiques urbains.

La bioaccumulation du BAC12 dans les biofilms exposés ou non à un éclairage nocturne, et la réponse de ces derniers en termes de biomasse algale, composition taxonomique, activité photosynthétique, et composition en acides gras (dont essentiels) ont été déterminés.

Les premiers résultats indiquent que la pollution lumineuse nocturne impacte le rendement photosynthétique diurne et la production de chlorophylle, et que l'exposition au BAC12 à concentration environnementale induit une peroxydation des lipides. Aucune interaction entre les deux stress n'a pu être mise en évidence sur les paramètres mesurés.

(C) AGITER : un dispositif innovant de culture des microalgues en petits volumes

Verbeke Hugo^{1,3}, Scarsini Matteo^{1,3}, Lumy Mathilde¹, Marchand Justine¹, Verchain Michel² & Schoefs Benoît¹

¹ Métabolisme, Ingénierie Métabolique des Microalgues et Applications (MIMMA), UR Biologie des Organismes Stress Santé Environnement, IUML – FR3473 CNRS, Le Mans Université, Le Mans, France

² MNCC, 11 Av. de la Fontaine, 49070 Beaucozé, France

³ Adresses actuelles : VH : Lesaffre, Rue de Menin, 59700 Marcq-en-Baroeul, France ; MS : Génomique des plantes et des algues, Institut de Biologie de l'Ecole Normale Supérieure, Rue d'Ulm, Paris, France

Étant photosynthétique, l'éclairage constitue le paramètre le plus important pour la culture des microalgues. A l'échelle du laboratoire, les cultures de microalgues sont souvent réalisées en flacons fermés par un bouchon, ce qui permet de tester facilement différents paramètres de culture. L'éclairage des flacons se fait souvent par le dessus ou le côté, créant une répartition non homogène de la lumière sur l'espace de culture, responsable d'une variabilité inter-culture importante. D'autres paramètres, comme l'agitation au travers de l'homogénéisation du milieu de culture peuvent accentuer cette variabilité.

Le projet « AGitateur orbItal innovanT pour la culturE de micrRoalgues » (AGITER), financé par la région Pays de la Loire, est mené en partenariat avec l'entreprise MNCC d'Angers. AGITER a pour but de créer un appareillage innovant permettant de réduire la variabilité inter-culture en (1) minimisant les zones d'ombres grâce à un éclairage des flacons de culture par le dessous et (2) proposant différents schémas d'agitation. Le module est équipé de panneaux additionnels de LED colorées, permettant d'étudier l'impact de la longueur d'onde sur les microalgues.

Une étude comparant l'évolution d'une culture sur un plateau rotatif éclairé par le haut ou dans le dispositif AGITER a montré que l'éclairage par le bas permet de réduire d'un facteur deux les variabilités des valeurs extrêmes à la moyenne. La comparaison de lumières colorées (rouge, bleu et vert) pour stimuler la division cellulaire a révélé que l'utilisation d'un éclairage de couleur rouge de faible intensité simule fortement les divisions cellulaires d'*Haematococcus pluvialis*, permettant d'obtenir une concentration cellulaire 25 à 50% supérieure aux autres couleurs tandis qu'un éclairage de couleur bleue de 300 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ est le plus efficace pour induire l'arrêt des divisions et l'encystement d'*H. pluvialis*.

Conclusion : l'utilisation d'AGITER présente plusieurs atouts essentiels permettant la réduction de la variabilité inter-culture. Grâce à un éclairage homogène par le dessous des flacons de culture, le dispositif minimise les zones d'ombre et améliore la répartition de la lumière. De plus, la possibilité d'utiliser des LED de différentes couleurs facilite l'étude de l'impact de la longueur d'onde sur la croissance des microalgues. Le module AGITER offre également de la flexibilité dans la définition des schémas d'agitation adaptés aux préférences de chaque organisme en termes de stress d'agitation. En réduisant de la variabilité inter-culture, AGITER permet la mise en évidence de différences plus ténues entre traitements et des avancées significatives dans ce domaine de recherche sur les microalgues.

(C) Intercomparaison des résultats IBD morphologique – IBD ADNe sur les cours d'eau de France métropolitaine et mise en relation avec les pressions anthropiques

Eve Morice¹, Sébastien Boutry², Eric Quinton² & François Delmas²

¹ ENGEES Strasbourg

² INRAE-EABX

Une première version d'IBD (Indice Biologique Diatomées) comportant 209 profils spécifiques (dont 36 appariés), développée en programme inter-Agences puis normalisée AFNOR (années 1995-2000), a d'abord été utilisée en routine pour un suivi diatomique annuel des cours d'eau de France puis, entre 2005 et 2011, pour une évaluation d'état écologique DCE-compatible. Une nouvelle version d'IBD (816 profils spécifiques) proposée et normalisée en 2007 constitue la base de notre dispositif national actuel d'évaluation diatomique dans le cadre DCE, qui a subi plusieurs évolutions entre 2012 et aujourd'hui.

L'IBD actuel est calculé à partir de la détermination spécifique de 400 valves sous microscope optique à immersion (X 1000). C'est un indice stable et robuste, qui répond sur le mode composite à 7 gradients abiotiques influencés par l'anthropisation. Il est cependant soumis à des évolutions en continu de la taxonomie mondiale, à des limites normatives et techniques liées à l'outil d'observation, à un effet-opérateur dépendant de son niveau d'expertise (recul taxonomique).

L'avènement de l'ADNe et les développements techniques de la dernière décennie ont permis à l'UMR CARTEL de développer une technique d'identification moléculaire des diatomées basée sur l'amplification-séquençage du gène chloroplastique *rbcL* impliqué dans l'assimilation photosynthétique du CO₂. Cette UMR a créé une base de données nationale *Diat-barcode* dont le contenu en évolution rapide permet d'associer séquences d'ADN et identifications spécifiques, via l'utilisation d'un pipeline (actuellement DADA2) qui sélectionne et interprète les séquences amplifiées (ASVs).

Via une action AQUAREF 2022-23 centrée sur un stage Bac + 5, l'OFB a chargé ECOVEA Bordeaux :

- 1) d'initier une BDD nationale permettant d'associer données de stations, données de qualité d'eau et inventaires diatomiques, sur base morphologique et d'ADNe ;
- 2) de comparer les réponses diatomiques et les évaluations d'états issues de ces 2 modes de calculs indiciaires ;
- 3) de diagnostiquer les manques de données, les principaux problèmes rencontrés, les stratégies à développer à l'avenir.

La durée de stage d'Eve MORICE (5 mois) a été trop limitante pour la pleine atteinte des objectifs. La présente communication fait état de l'avancée actuelle des démarches et analyses, de résultats d'étape, de questionnements issus des constats. Chaque méthode présente ses propres avantages, ainsi que des inconvénients ou difficultés de mise en œuvre.

Au-delà du R^2 globalement atteint entre résultats bruts des 2 types de notations indicielles, les résultats peuvent diverger dans une large gamme au même site et dans les 2 sens, avec un chevauchement très partiel de l'assise indicielle mobilisée pour les 2 calculs et sans qu'il émerge de biais systématiques entre les résultats que l'on puisse facilement comprendre et corriger.

Les échelles spatio-temporelles appréhendées par ces 2 types d'inventaires ne semblent pas les mêmes (plus larges dans le cas de l'ADN). Dans l'état, un basculement rapide d'une méthode de détermination vers l'autre présenterait le risque d'impacter sensiblement les résultats d'évaluation sans lien réel avec l'évolution du niveau de pression et d'état écologique du site. D'autre part, quelle que soit l'entité taxonomique devant servir de base au calcul indiciel à l'avenir (ex : l'ASV), un travail spécifique d'ampleur reste à accomplir sur l'assignation de plus de séquences, ainsi qu'en matière de bio-indication (*i.e.* calcul de profils écologiques robustes aux entités taxonomiques mobilisées pour le calcul indiciel, à partir de gradients abiotiques suffisants et de relations pression-impact issues du jeu de données national).

(TR) Comprendre le métabarcoding des diatomées pour appréhender les enjeux de la bioindication du futur

Valentin Vasselon¹, Frédéric Rimet², Agnès Bouchez² & Olivier Monnier³

¹ Scimabio-Interface, Thonon-les-Bains

² INRAE, USMB, CARRTEL, Thonon-les-Bains

³ OFB-DRAS, Vincennes

L'OFB, Scimabio-Interface et l'Inrae se proposent de réaliser une publication synthétique et accessible (collection « Comprendre pour agir » de l'OFB »), faisant d'une part l'état de l'art des méthodes de bioindication basées sur le métabarcoding des diatomées, et d'autre part apportant un éclairage critique sur les opportunités et contraintes de leur transfert opérationnel dans un cadre de gestion réglementée. Le public visé est donc constitué en premier lieu, des gestionnaires et spécialistes responsables de la mise en œuvre de l'évaluation de l'état écologique des milieux aquatiques (OFB et ses laboratoires d'hydrobiologie, DEB du MTECT, Agences et Offices de l'eau, DREAL et DEAL, BET, instances en charge de la prescription et de la normalisation des méthodes...). L'ouvrage devra notamment souligner les avantages, limites, et faiblesses de ces méthodes. L'ensemble des étapes de la mise en œuvre sera décrit et expliqué en intégrant les développements et les optimisations les plus récentes, et illustré de retours d'expériences et de cas concrets. La couverture territoriale est nationale (Outre-Mer compris).

Afin de répondre au mieux à cet objectif, il est proposé de solliciter, sous forme d'une table ronde, les diatomistes présents à l'occasion du colloque, afin de couvrir du mieux possible les interrogations des uns et des autres sur ces méthodes et leur applicabilité. Sachant que les choses évoluent très vite en ce domaine, le premier temps de la table ronde consistera en un exposé d'introduction sur le métabarcoding des diatomées, appliqué à la bioindication. Il tachera de faire part des évolutions les plus récentes de la science et de l'état opérationnel pour la surveillance-évaluation, y inclus les aspects de standardisation des méthodes. Dans un second temps, une proposition de structure de l'ouvrage, conforme aux attendus de la collection, sera présentée. Enfin la parole sera largement donnée à la salle, de recueillir le plus exhaustivement possible les interrogations des différentes catégories d'acteurs présentes, et de commencer à débattre des réponses qui pourraient être apportées à ces questions. Toutes les remarques et interrogations seront les bienvenues, afin que l'ouvrage réponde du mieux possible aux attentes des utilisateurs.

(C) Diatomées des sources minérales de la Réserve Naturelle Régionale des tourbières du Jolan et de la Gazelle : biodiversité et qualité de l'eau

Aude Beauger^{1,2}, Elisabeth Allain¹, Olivier Voltaire¹, Christelle Blavignac³, Guillaume Caillon⁴, Anaïs Tahri¹, Bart Van de Vijver^{5,6} & Carlos E. Wetzel⁷

¹ Université Clermont Auvergne, CNRS, GEOLAB, F-63000 Clermont-Ferrand, France

² LTSER "Zone Atelier Loire", F-37000 Tours, France

³ Centre Imagerie Cellulaire Santé, UCA PARTNER, 63000 Clermont-Ferrand, France

⁴ Syndicat mixte du Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, 5 place de l'Hôtel de ville, 15300 Murat, France

⁵ Research Department, Meise Botanic Garden, Nieuwelaan 38, B-1860 Meise, Belgium

⁶ University of Antwerp, Department of Biology – ECOSPHERE, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgium

⁷ Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), Environmental Research and Innovation Department (ERIN), Observatory for Climate, Environment and Biodiversity (OCEB), 41 rue du Brill, 4422 Belvaux, Luxembourg

Dans le Massif Central, peu d'étude portant sur les diatomées ont été réalisées sur les sources des zones de tête de bassin versant et quelques rares études ont permis de caractériser la biodiversité des tourbières. Cependant, ces milieux fragiles sont particulièrement sensibles aux impacts humains et aux pollutions.

Dans ce contexte, une étude a été menée dans la Réserve Naturelle Régionale (RNR) des tourbières du Jolan et de la Gazelle, située dans le Massif Central français. Cette RNR a été créée en 2018 pour la protection des tourbières. La zone est fortement impactée par l'eutrophisation des tourbières minérotrophes jouxtant l'étang de Jolan, nécessitant une étude d'impact détaillée de la Réserve Naturelle. En juin 2022, nous avons retenu 17 points d'échantillonnage dont des sources, rases et ruisseaux de tête de bassin ainsi que dans la zone de la tourbière et de l'étang aménagé. Les diatomées de ces 17 points d'échantillonnage ont été collectées et la composition physico-chimique de l'eau analysée.

Une biodiversité exceptionnelle a été rencontrée lors de la campagne d'échantillonnage de la RNR. En effet, 233 espèces ont été observées sur l'ensemble des points d'échantillonnage. De plus, trois espèces nouvelles pour la science ont été observées et leur description est en cours. Globalement, le bassin versant (zone sud-est principalement) ainsi qu'une source et un ruisseau situés au nord sont les zones les plus impactés par les activités agricoles (concentration significative en nitrates). Le bassin versant présente également un impact par les nutriments et la matière organique fermentescible au regard des communautés de diatomées. Parmi les espèces dominantes (>1%), nous avons observé *Achnanthydium microcephalum* Kützing, *Encyonema minutiforme* Krammer, *Eunotia bilunaris* (Ehr.) Mills var. *bilunaris*, *Nitzschia acidoclinata* Lange-Bertalot, *Planothidium lanceolatum* (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot, *Sellaphora atomoides* Wetzel & Van de Vijver, *Staurosira* cf. *aventralis* Lange-Bertalot & Rumrich, *Staurosira incerta* Morales. Certaines espèces n'ont pas été prises en compte pour le calcul des indices et des traits écologiques comme *S. incerta* et *Eunotia scandiorussica* Kulikovskiy, Lange-Bertalot, Genkal & Witkowski qui n'ont, au regard de la littérature disponible, pas été observée en France. La qualité de l'eau, au moyen des notes IBD et IPS, est moyenne à très bonne et des espèces inscrites sur la Rote Liste (Liste Rouge) ont été identifiées révélant un milieu bien préservé conservant une biodiversité élevée.

(C) Etude préliminaire de la distribution spatiale des diatomées de trois Lagunes ouest africaines (Ebrié, Aby et Mondoukou ; Côte d'Ivoire)

SEU-ANOI Netto Mireille¹, CECCHI Phillippe², OUATTARA Allassane¹ & MASSERET Estelle³

¹ Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique (LEBA), Université NANGUI ABROGOUA, UFR des Science et Gestion de l'Environnement, Abidjan, Côte d'Ivoire,

² Institut de Recherche pour le Développement (IRD), Université Félix Houphouët-Boigny Abidjan, Côte d'Ivoire,

³ Université de Montpellier (UMR MARBEC), Université de Montpellier, Montpellier, France

La composition et la dynamique spatiale des diatomées pélagiques des eaux de trois Lagunes du sud-est de la Côte d'Ivoire ont été étudiées à partir des échantillons prélevés à l'aide d'un filet à plancton et d'une bouteille hydrologique (2,5 L de capacité) en vue d'évaluer les conséquences de l'urbanisation sur la qualité de l'eau des Lagunes Ebrié, Aby et Mondoukou. Cette étude a permis d'inventorier 31 espèces et variétés appartenant à 02 classes, 11 ordres et 19 genres. Dans l'ensemble des trois Lagunes, la classe la plus importante est celle des Bacillariophyceae qui représentent 68 % de la communauté diatomique, suivie de la classe des Coscinodiscophyceae avec 32 % de l'effectif. Les genres les plus représentés sont : *Actinoptychus*, *Aulacoseira*, *Navicula* et *Pinnularia* (avec 03 taxons chacun). Dans l'ensemble des trois Lagunes, la richesse taxonomique montre une prédominance des diatomées d'eaux douces avec 25 taxons (soit 81%). Parmi les trois Lagune étudiées, le peuplement de la station 1 (Lagune Ebrié), Station 4 et 6 (Lagune Aby) s'avère plus diversifié (avec 09, 08 et 09 taxons respectivement). L'évolution spatiale de la densité diatomique, montre que la Lagune Aby (station 5) constitue le milieu dont l'abondance est plus élevée ($3 \cdot 10^4$ Cell/L). En revanche, la Lagune Ebrié, station 13 représente le milieu où l'abondance est moins élevée ($0,0018 \cdot 10^4$ Cell/L). L'abondance élevée observée dans la Lagune Aby est due à la prolifération de très peu de taxons (*Geitlerinema* sp., *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Aulacoseira* cf. *granulata* var. *angustissima*, *Nitzschia* sp.) indicateurs de milieu perturbé.

(P) Le dispositif AGITER permet de réduire la variabilité inter-cultures des microalgues en petits volumes

Verbeke Hugo^{1,3}, Scarsini Matteo^{1,3}, Brigitte Veidl¹, Lumy Mathilde¹, Marchand Justine¹, Verchain Michel² & Schoefs Benoît¹

¹ Métabolisme, Ingénierie Métabolique des Microalgues et Applications (MIMMA), UR Biologie des Organismes Stress Santé Environnement, IUML – FR3473 CNRS, Le Mans Université, Le Mans, France

² MNCC, 11 Av. de la Fontaine, 49070 Beaucouzé, France

³ Adresses actuelles : VH : Lesaffre, Rue de Menin, 59700 Marcq-en-Baroeul, France ; MS : Génomique des plantes et des algues, Institut de Biologie de l'Ecole Normale Supérieure, Rue d'Ulm, Paris, France

Le projet « AGitateur orbItal innovanT pour la culturE de micrRoalgues » (AGITER), financé par la région Pays de la Loire, mené en partenariat avec l'entreprise MNCC d'Angers a pour but de créer un appareillage permettant de réduire la variabilité inter-cultures en (1) minimisant les zones d'ombres grâce à un éclairage des cultures par le dessous et (2) proposant différents schémas d'agitation. Le module est équipé de panneaux additionnels de LED colorées, permettant d'étudier l'impact de la longueur d'onde sur les microalgues.

Le dispositif AGITER réduit significativement la variabilité inter-cultures : La comparaison de la densité cellulaire de cultures de *Phaeodactylum tricornutum* réalisées avec soit le dispositif AGITER soit, un plateau rotatif avec une illumination par le haut, montre que l'utilisation d'AGITER permet de diviser par deux les variabilités des valeurs extrêmes à la moyenne. L'analyse des populations en cytométrie en flux a révélé une meilleure homogénéité des cultures réalisées avec AGITER. Ces résultats ont été confirmés avec la microalgue *Haematococcus pluvialis*.

L'éclairage monochromatique augmente ou réduit le taux de division : Les conditions environnementales impactent le taux de division des microalgues. Pour tester la capacité du dispositif AGITER à influencer cette activité, *H. pluvialis* a été cultivées sous des éclairagements de couleur différentes. Pour une intensité de 50 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$ la lumière rouge permet d'obtenir une densité cellulaire 25 à 50% supérieure aux autres couleurs. Un éclairement à 300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ en lumière bleue est plus efficace pour induire l'enkystement qu'un éclairement deux autres couleurs (vert ou rouge).

En conclusion : Grâce à un éclairage homogène par le dessous, AGITER minimise les zones d'ombre et améliore la répartition de la lumière dans les cultures, contribuant ainsi à réduire la variabilité des données expérimentales. La possibilité d'utiliser des LED de différentes couleurs facilite l'étude de l'impact de la longueur d'onde sur les microalgues. Le module AGITER offre également la flexibilité d'agitations.

(C) Influence des paramètres chimiques et radiologiques mesurés dans les sources minérales d'Auvergne sur la fréquence de déformations du cavum de *Planothidium frequentissimum*

Lory-Anne Baker^{1,2,3}, Olivier Voldoire^{2,3}, Elisabeth Allain^{2,3}, Vincent Breton^{3,4}, Sofia Kolovi^{3,4}, Patrick Chardon^{3,4}, Gille Montavon^{3,5}, Karine David^{3,5}, Céline Bailly^{3,5}, Claire Sergeant^{3,6}, Guillaume Holub^{3,6}, Clarisse Mallet^{1,3}, David Biron^{1,3} & Aude Beauger^{2,3}

¹ Université Clermont Auvergne, CNRS, LMGE, F-63000 Clermont-Ferrand, France ;

² Université Clermont Auvergne, CNRS, GEOLAB, F-63000 Clermont-Ferrand, France ;

³ LTSER “Zone Atelier Territoires Uranifères”, Clermont-Ferrand, France ;

⁴ Université Clermont Auvergne, CNRS/IN2P3, Laboratoire de Physique de Clermont (LPC), UMR 6533, F-63178 Aubière cedex, France ;

⁵ Laboratoire SUBATECH, UMR 6457, IN2P3/CNRS/IMT Atlantique/Université de Nantes, 4, rue Alfred Kastler, BP 20722, 44307 Nantes cedex 3, France ;

⁶ Centre d'Etudes Nucléaires de Bordeaux Gradignan (CENBG), France

Les sources minérales sont des écosystèmes extrêmes, intéressants pour étudier la pression du milieu sur les organismes tels que les diatomées. Dans les sources minérales naturellement radioactives, les diatomées sont soumises à un stress environnemental lié aux conditions physico-chimiques (minéralisation et radioactivité élevée) de l'écosystème. En effet, les diatomées benthiques sont soumises à des conditions chimiques et radiologiques importantes, à la fois de l'eau et des sédiments, qui sont deux compartiments physiques différents dans les sources. Dans le cadre de la Zone Atelier Territoires Uranifères (ZATU), nous avons démontré que l'espèce *Planothidium frequentissimum* est une espèce associée aux sources minérales du Massif central qui ont des niveaux élevés en radon 222 et en uranium 238. Cette espèce comme plusieurs espèces du genre *Planothidium* présente une cavité sur sa valve sans raphé, appelée cavum, qui est considérée comme une structure optique avantageuse pour la diatomée. Nous avons également observé la présence d'individus appartenant à *P. frequentissimum* avec des formes tératologiques de ce cavum et en proportions différentes selon les sources étudiées. Nous avons donc cherché à comprendre si la chimie et la radioactivité dans les sources avaient un effet sur la fréquence de déformations du cavum, en tenant compte de l'influence des deux compartiments des sources que sont l'eau et les sédiments dans 9 sources minérales. Les analyses ont permis de déterminer qu'il y a une corrélation positive significative entre les concentrations en uranium 238, les activités en polonium 210, ainsi que les concentrations en manganèse et en cuivre dans l'eau et/ou dans les sédiments et la fréquence de déformations du cavum. Nous observons également une corrélation entre les concentrations en cuivre dans les sédiments et cette fréquence.

(C) Première synthèse de l'étude des diatomées peuplant les sources minérales : focus sur la biodiversité et les facteurs environnementaux structurant les communautés des sources salées

Aude Beauger^{1,2,3}, Olivier Voldoire¹, Elisabeth Allain¹, Pierre Gosseume¹, Christelle Blavignac⁴, Lory-Anne Baker^{3,5}, Luc Ector^{6†} & Carlos E. Wetzel⁶

¹ Université Clermont Auvergne, CNRS, GEOLAB, F-63000 Clermont-Ferrand, France

² LTSER "Zone Atelier Loire", F-37000 Tours, France

³ LTSER "Zone Atelier Territoires Uranifères", F-63000 Clermont-Ferrand, France

⁴ Centre Imagerie Cellulaire Santé, UCA PARTNER, F-63000 Clermont-Ferrand, France

⁵ Université Clermont Auvergne, CNRS, LMGE, F-63000 Clermont-Ferrand, France

⁶ Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), Environmental Research and Innovation Department (ERIN), Observatory for Climate, Environment and Biodiversity (OCEB), 41 rue du Brill, 4422 Belvaux, Luxembourg

Les sources minérales sont présentes dans le monde entier et font partie des écosystèmes les plus menacés de la planète. L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la biodiversité de 79 sources salées situées dans le Massif central, en se concentrant sur la richesse spécifique et la richesse estimée ainsi que sur la composition de la communauté diatomique. De plus, l'influence des facteurs physico-chimiques sur la richesse et les communautés a été analysée afin d'avoir une meilleure connaissance des préférences écologiques des diatomées et d'identifier les espèces typiques des sources salées.

Depuis décembre 2014, un inventaire des sources minérales est en cours. Pour chaque source, les caractéristiques physiques et chimiques ont été mesurées et les diatomées benthiques ont été étudiées. Il est apparu que la richesse était la plus faible dans les sources présentant une construction artificielle autour du point d'émergence. Dans les autres sources, la richesse spécifique la plus élevée était associée aux plus faibles concentrations en lithium, sodium, en solides dissous totaux (TDS) et en conductivité.

Enfin, la minéralisation et certains ions (brome, calcium, chlorure, fluorure, lithium, potassium et sodium) se sont révélés être les facteurs influençant la composition de la communauté de diatomées. Certaines espèces de diatomées sont typiques de conditions abiotiques spécifiques, telles que *Navicula sanctamargaritae*, qui est associée à la concentration en potassium la plus élevée. Ces espèces pourraient apparaître comme des bio-indicateurs de ces conditions.

(P) *Achnantheidium crassum*, une nouvelle espèce invasive en France?

Jean-Marc Vouters

OFB DRNA Laboratoire d'hydrobiologie de Limoges, 22 rue des pénitents blancs 87000 Limoges

Depuis quelques années, *Achnantheidium crassum* est retrouvé de plus en plus fréquemment dans les inventaires diatomiques récoltés par les agences de l'eau françaises. En consultant la base de données NAIADE et les échantillons des diatothèques pour valider certaines identifications, il est possible de reconstituer l'histoire récente de ce taxon qui ne semble détecté en France qu'à partir de 2019. Des indices de présence plus ancienne existent mais ils ne peuvent être ni confirmés ni éliminés. Ainsi, le caractère « exotique » de ce taxon reste incertain. En revanche, la dynamique « invasive » actuelle de ce taxon semble évidente puisque son aire de répartition semble s'accroître tous les ans et qu'il peut s'implanter durablement et modifier sensiblement les équilibres des peuplements diatomiques préexistants.

(Ex) Poirot au musée : comment la quête du matériel type peut améliorer nos connaissances écologiques

Bart Van de Vijver^{1,2}

¹ Jardin botanique de Meise, Département de Recherche, Nieuwelaan 38, 1860 Meise, Belgique

² Université d'Anvers, Département de Biologie – ECOSPHERE, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgique

Une grande partie des noms de diatomées que nous utilisons aujourd'hui est basée sur des recherches effectuées et des descriptions faites au XIX^e siècle par de célèbres diatomistes tels que Kützing, Grunow, Van Heurck et William Smith. La plupart de leur matériel qui a formé la base de cette recherche pionnière est conservée dans les principaux herbiers et musées du monde entier comme le Jardin botanique de Meise, le Musée d'Histoire naturelle de Londres ou le Musée de Vienne. Dans de nombreux cas, les auteurs originaux ont ajouté de courtes descriptions écrites et, dans certains cas, souvent aussi de minuscules dessins. Ces descriptions et dessins ont ensuite été interprétés et utilisés par des auteurs ultérieurs, s'éloignant parfois de l'idée originale des auteurs du XIX^e siècle.

Comme chaque espèce possède également ses propres préférences écologiques, il est clair qu'une bonne analyse écologique basée sur les espèces de diatomées ne peut être réalisée que lorsque l'identité taxonomique d'origine de cette espèce est correcte. Dans cette présentation, plusieurs exemples de nouvelles recherches taxonomiques de certaines espèces bien connues sont discutés, ainsi que des conséquences que ces nouvelles connaissances peuvent avoir sur le travail écologique. Dans certains cas, les idées mises à jour n'ont pas eu d'impact majeur, mais des exemples entraînant un changement écologique clair seront également abordés.

(P) Nouveaux taxons marins fossiles de *Rhaphoneidaceae* Forti

Cécile Figus & Jakub Witkowski

Institute of Marine and Environmental Sciences, University of Szczecin, ul. Mickiewicza 18, 70-383 Szczecin, Poland

Les diatomées araphidés sont géologiquement anciennes et sont devenues communes dans les assemblages marins à partir de l'Éocène. De nombreux nouveaux genres et espèces d'araphidés sont apparus au milieu de l'Éocène. La famille des Rhaphoneidaceae Forti comprend les premières formes de diatomées araphidés trouvées dans les sédiments. Les Rhaphoneidaceae comptent actuellement 15 genres, dont deux nouveaux taxons de l'Éocène moyen provenant de Blake Nose, dans l'ouest de l'Atlantique Nord. L'objectif de cette présentation est de décrire ces deux nouveaux taxons, et de les comparer à d'autres espèces de la famille des Rhaphoneidaceae. En effet, seul un examen minutieux de nos échantillons nous a permis d'identifier et de distinguer ces taxons des autres espèces de Rhaphoneidaceae. *Adoneis pacifica* Andrews & Rivera, *Dickensoniaforma arctica* Scherer et *Rhaphoneis ampiceros* (Ehrenberg) Ehrenberg partagent certaines caractéristiques communes avec ces nouvelles espèces. L'examen des assemblages est donc important pour éviter toute confusion dans l'identification des taxons.

(P) Analyse du matériel type de *Cymbella minuta* et *Cymbella silesiaca*

Bart Van de Vijver^{1,2}, Valérie Peeters³, Katharina Wilfert² & Myriam de Haan¹

¹ Jardin botanique de Meise, Département de Recherche, Nieuwelaan 38, 1860 Meise, Belgique

² Université d'Anvers, Département de Biologie – ECOSPHERE, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgique

³ Direction régionale de l'Office français de la biodiversité de Bourgogne-Franche-Comté, Service Connaissance, 57 rue de Mulhouse 21000 Dijon, France

Cymbella minuta Hilse et *C. silesiaca* Bleisch, transférés en 1990 par D.G. Mann dans le genre *Encyonema*, sont deux espèces fréquemment observées dans nos rivières européennes. Le matériel original de ces deux espèces a été inclus dans la série historique d'exsiccata de Rabenhorst (numéros 1261 & 1802) et illustré par Kurt Krammer en 1997. Malgré cette publication, la variabilité morphologique de ces deux espèces est peu connue et souvent trop largement interprétée.

Récemment, plusieurs populations d'*Encyonema* ont été observées en Europe avec une morphologie intermédiaire entre *E. minutum* et *E. silesiacum*, rendant impossible l'identification fiable de ces taxons.

Le poster discute la morphologie du matériel type de *E. minutum* et *E. silesiacum* et la compare avec des populations en France et Belgique (Wallonie), illustrant un grand nombre de valves en microscopie optique et électronique à balayage. Les résultats montrent que notre interprétation de ces deux espèces très communes est parfois erronée et que les populations intermédiaires représentent une nouvelle espèce. Des comparaisons avec d'autres espèces d'*Encyonema*, souvent décrites en 1997 par Krammer (comme *E. brevicapitatum*, *E. minutiforme*, *E. simile*), sont ajoutées afin de mieux comprendre les différences et similarités entre ces espèces.

(P) Le matériel type d'Ehrenberg de *Staurosira construens*, *S. venter* et *S. binodis* enfin révélé

Bart Van de Vijver^{1,2}, Paul B. Hamilton³ & Wolf-Henning Kusber⁴

¹ Jardin botanique de Meise, Département de Recherche, Nieuwelaan 38, 1860 Meise, Belgique

² Université d'Anvers, Département de Biologie – ECOSPHERE, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgique

³ Canadian Museum of Nature, Research Division, PO Box 3443, Station D, Ottawa, ON, Canada K1P 6P4

⁴ Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-Straße 6-8, 14195 Berlin, Allemagne

Le genre *Staurosira* domine souvent la flore diatomée benthique et tychoplanctonique des lacs européens. Malgré cette occurrence globale, l'identité taxonomique de certaines des espèces communes est à peine connue, notamment en raison du manque d'analyse du matériel type de ces taxons. Trois de ces espèces, *Staurosira construens*, *S. venter* et *S. binodis*, ont été décrites par Ehrenberg dans la première moitié du XIX^e siècle. Récemment, leur matériel original a été récupéré au Museum für Naturkunde de Berlin (Allemagne).

Cette étude présente les observations morphologiques de chacun des matériaux types et caractérise plus en détail les trois espèces.

Staurosira construens a été décrit à Newhaven, Connecticut (USA) en 1843. L'analyse de l'échantillon en combinaison avec les dessins originaux d'Ehrenberg a révélé la présence de deux espèces distinctes de *Staurosira* dans le matériel. Le premier, *S. construens*, peut être identifié sur la base de sa striation plutôt fine (18–19 stries en 10 µm), du sternum étroit et d'un renflement central de la valve largement arrondi. L'autre espèce de l'échantillon a été séparée par Ehrenberg sous le nom de *Staurosira pinnata* Ehrenberg, indiquant le matériel de Newhaven comme sa localité d'origine. Ce dernier se caractérise par une striation grossière (14–15 en 10 µm), un sternum plus large et un renflement central de la valve moins arrondi.

L'identité de *Staurosira venter* a longtemps été confondue. Le matériel d'origine, un échantillon fossile de la Luisenstrasse à Berlin (Allemagne), montre un taxon avec des sommets rostrés et des marges presque parallèles, contrairement à l'idée générale d'être elliptique avec des sommets largement arrondis.

Enfin, *S. binodis* a été initialement décrit du Santa Fiora Bergmehl (Toscane, Italie). La population de l'échantillon fossile est assez importante et présente une grande variabilité de contour, allant de valves clairement resserrées à des valves aux marges presque parallèles. L'analyse du matériel type de ces espèces est une première étape vers une meilleure compréhension de la morphologie de ce groupe important et souvent dominant dans les eaux stagnantes de l'hémisphère nord.

(P) Des nouveautés dans le genre *Staurosirella* en Europe

Bart Van de Vijver^{1,2}, Valérie Peeters³, Petra Ballings¹ & Myriam de Haan¹

¹ Jardin botanique de Meise, Département de Recherche, Nieuwelaan 38, 1860 Meise, Belgique

² Université d'Anvers, Département de Biologie – ECOSPHERE, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgique

³ Direction régionale de l' Office français de la biodiversité de Bourgogne-Franche-Comté, Service Connaissance, 57 rue de Mulhouse 21000 Dijon, France

Les noms de *Staurosirella pinnata*, *S. leptostauron* ou *S. mutabilis* figurent régulièrement parmi les diatomées fréquemment retrouvées dans nos rivières et lacs en Europe. Les populations observées montrent souvent une variabilité morphologique très large avec des grandes différences dans les contours des valves, les dimensions (longueur, largeur), la structure des champs de pores apicaux et les épines. Malgré cette variabilité dans les populations, les identifications dans les inventaires, restent groupées sous les quelques noms généralement connus.

Récemment, l'analyse du matériel type de plusieurs de ces espèces très communes (notamment *S. pinnata*, *S. leptostauron*, *S. lapponica*, *S. mutabilis*) n'a pas seulement permis de mieux déterminer leur morphologie mais montre aussi que la plupart des populations de *Staurosirella* en Europe étaient mal identifiées.

Le poster présente la morphologie de plusieurs populations de *Staurosirella* en Europe, trouvées en Islande, Suède, Royaume-Uni, Belgique et France.

Les caractéristiques typiques de ces taxons sont discutées et illustrées avec des observations en microscopie optique et électronique à balayage.

Les résultats montrent qu'une grande diversité en taxons à présent inconnus est retrouvée en Europe. La plupart de ces taxons seront décrits comme de nouvelles espèces avec pour chacun ses propres préférences écologiques.

(P) Les échantillons et notes de Walker Arnott, une partie précieuse de la collection Van Heurck au Jardin botanique de Meise

de Haan Myriam¹ & Bart Van de Vijver^{1,2}

¹ Jardin botanique de Meise, Département de Recherche, Nieuwelaan 38, BE-1860 Meise, Belgique (myriam.dehaan@botanicgardenmeise.be)

² Université d'Anvers, Département de biologie, ECOSPHERE, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk, Belgique

En 2006, la totalité de la collection Henri Van Heurck, y compris ses fameuses récoltes de diatomées, a été donnée par la ville d'Anvers (Flandre, Belgique) en tant que prêt permanent au Jardin botanique national de Belgique. Lorsque ce dernier est devenu Meise Botanic Garden en 2016, la collection Van Heurck est devenue propriété du Jardin. Cette collection de diatomées très précieuse comprend des échantillons et des notes de plusieurs diatomistes éminents du XIX^e siècle tels que William Smith, Friedrich T. Kützing et Albert Grunow. En 2020, nous avons commencé à numériser au maximum les données de la collection, un travail laborieux non des moindres car les notices du catalogue sont manuscrites avec des mots clés souvent abrégés. Dans ce poster, nous illustrons et discutons une collection acquise par Van Heurck : la collection de George A(rnott) Walker Arnott, ainsi que la numérisation de son catalogue écrit à la main et les listes d'espèces correspondantes dans chaque échantillon.

George A. Walker Arnott (1799–1868) était professeur de botanique à l'Université de Glasgow (Écosse, Royaume-Uni), qui dans la dernière partie de sa vie s'est concentré sur les diatomées. Il a rassemblé une collection d'environ 2000 échantillons, souvent envoyés par plusieurs diatomistes britanniques célèbres actifs de l'époque, tels que R. Cresswell, Dr. Greville, W. Gregory, F. Kitten, F. Okeden, J.T. Norman, G. Norman, J.G. Rylands et W. Smith.

L'importance de cette collection est exceptionnelle, car de nombreux échantillons sont considérés comme des doublons de spécimens types qui, dans certains cas, manquent à la collection d'origine, conservée au Royal Botanic Garden d'Édimbourg (Écosse, Royaume-Uni). Durant la numérisation, nous vérifions particulièrement les localités et fournissons des informations supplémentaires en combinant des données provenant de plusieurs sources. Une fois terminé, nous avons l'intention de rendre ce travail complet disponible gratuitement pour la communauté scientifique.

**(P) Typification de *Colletonema viridulum* et le nom correct pour *Frustulia erifuga*
(Amphipleuraceae, Bacillariophyta)**

Bart Van de Vijver^{1,2}, Ingrid Jüttner³ & Wolf-Henning Kusber⁴

¹ Jardin botanique de Meise, Département de Recherche, Nieuwelaan 38, 1860 Meise, Belgique

² Université d'Anvers, Département de Biologie – ECOSPHERE, Universiteitsplein 1, B-2610 Wilrijk, Belgique

³ National Museum of Wales, Department of Biodiversity and Systematic Biology
Cathays Park, Cardiff, CF10 3NP, U.K.

⁴ Botanischer Garten und Botanisches Museum Berlin, Freie Universität Berlin, Königin-Luise-
Straße 6-8, 14195 Berlin, Allemagne

Le nom *Frustulia erifuga* Lange-Bertalot & Krammer a été introduit en 1996 dans le livre sur la flore du lac Julma Olkky, en remplacement du nom *Frustulia rhomboides* var. *viridula* (Brébisson) Cleve (Lange-Bertalot & Metzeltin 1996). L'espèce a été initialement décrite en 1849 sous le nom de *Colletonema viridulum* Brébisson ex Kützing, le *typus generis* du genre *Colletonema* Brébisson. *Colletonema viridulum* a été transféré au genre *Frustulia* sous le nom de *F. viridula* (Brébisson) Schaarschmidt, ce dernier étant malheureusement un homonyme plus jeune de *F. viridula* Kützing (maintenant transféré au genre *Navicula*). Cleve (1894) recombina l'espèce en une variété de *Frustulia rhomboides* [*F. rhomboides* var. *viridula* (Brébisson) Cleve] mais Lange-Bertalot & Jahn (2000) ont analysé *N. rhomboides* et ont conclu que le transfert de ce dernier au genre *Frustulia* par De Toni n'était pas correct car l'espèce ne présentait pas les caractéristiques typiques du genre *Frustulia*. En conséquence, ils ont modifié le statut taxonomique de toutes les autres anciennes variétés de *F. rhomboides*, rendant nécessaire un nouveau nom pour *F. viridula*. Deux morphotypes ont été séparés sur la base des observations dans la célèbre lame de Julma Olkky avec des morphologies clairement différentes.

L'analyse du matériel de type Brébisson de *Colletonema viridulum* de Falaise a montré que le plus grand morphotype de *Frustulia erifuga* à Julma Olkky est conspécifique avec le matériel type de Brébisson et représente donc *F. erifuga*. Le morphotype plus petit (appelé Morphotype II) est une espèce différente qui doit être décrite comme une nouvelle espèce.

Lors de l'analyse de l'échantillon de Brébisson, une autre espèce de *Frustulia* a été étudiée.

Frustulia torfacea Braun ex Rabenhorst a été initialement décrite du Titisee (Allemagne) (Rabenhorst 1853), et plus tard ajoutée comme synonyme de *F. viridula* mais après oubliée dans l'histoire. L'analyse de l'échantillon original de Rabenhorst 761 a montré que l'espèce est en fait conspécifique de *F. erifuga* et selon les règles du Code international de Nomenclature botanique, le nom est très probablement correct.

Ce poster présente les résultats de toutes les analyses morphologiques illustrant les différentes populations et espèces.

(C) Démonstration : une application web pour la collecte des images de diatomées tératologiques

Pierre Villefourceix-Gimenez, Iane Vallanzasca, Sébastien Boutry, Eric Quinton & Soizic Morin

INRAE, UR EABX, Cestas, France

L'Indice Biologique Diatomées (IBD), un indicateur réglementaire en France pour l'évaluation de la qualité écologique des cours d'eau, prend théoriquement en compte la proportion de diatomées déformées dont la présence est plus probable en cas de stress, notamment toxique. Mais ce critère est insuffisamment renseigné, en particulier parce que l'attribution du caractère tératologique à une diatomée relève de la subjectivité des opérateurs.

Pour venir appuyer et consolider ces déterminations, nous proposons une approche collaborative, en invitant les diatomistes à partager les photographies des diatomées déformées qu'ils rencontrent. A terme, il sera donc possible de visualiser les contributions pour chaque taxon, afin d'illustrer la diversité ou la stabilité des déformations dont il peut être l'objet.

Cette démarche s'appuie sur une interface web, en phase finale de développement, dont cette présentation s'attachera à montrer le fonctionnement et les potentialités.

**(C) Reconnaissance automatique des diatomées : évaluation de l'influence des erreurs d'identification sur l'IBD et de l'état écologique des cours d'eau.
Exemple du bassin Rhin-Meuse**

Aishwarya Venkataramanan^{1,2,3}, Philippe Usseglio-Polatera^{1,2}, David Heudre⁴, Cédric Pradalier^{2,3} & Martin Laviale^{1,2}

¹ Université de Lorraine, CNRS, LIEC, F-57000 Metz, France

² LTSER-"Zone Atelier Moselle", F-57000 Metz, France

³ Georgia Tech Lorraine, CNRS IRL 2958, F-57070 Metz, France

⁴ Office français de la biodiversité, direction régionale Grand-Est, Chemin du longeau, 57160 Moulins-lès-Metz France

La reconnaissance automatique des diatomées à partir d'images est en plein développement. L'un des avantages de cette approche mathématique est de pouvoir quantifier systématiquement l'incertitude associée à l'identification de chacun des individus observés au microscope. L'objectif de cette présentation est de fournir les premiers résultats d'un travail réalisé à l'échelle du bassin Rhin-Meuse : après avoir quantifié les erreurs d'identification réalisées par la machine, nous avons évalué comment celles-ci influencent la classification de l'état écologique des rivières, à travers le calcul de l'Indice Biologique Diatomées (IBD).

Pour entraîner l'algorithme, une base d'images individuelles a été constituée à partir des guides taxonomiques numérisés en libre accès (« atlas »). A ce jour, cette base regroupe près de 15 000 images représentatives de 197 espèces communes du bassin Rhin-Meuse. En moyenne, le taux d'erreur d'identification a atteint 6%, quelle que soit l'espèce considérée. Sur les 197 espèces, 113 ont toujours été correctement identifiées. Pour les 84 espèces restantes, le taux d'erreur moyen était de 20%.

Pour évaluer la propagation de ces erreurs d'identification sur la classification de l'état écologique via le calcul de l'IBD, 100 000 inventaires floristiques réalistes ont été simulés, dans lesquels des erreurs d'identification ont été introduites en se basant sur les performances de l'algorithme. Les variations de valeur de l'IBD suite à ces erreurs ont alors été calculées pour chacun des inventaires. Pour un taux d'erreur d'identification de 20%, les changements d'état écologique de la masse d'eau considérée n'ont concerné que 2% des cas.

(C) Projet de révision de la taxinomie des diatomées des cours d'eau des Antilles en vue d'améliorer l'indice diatomique antillais (IDA)

François Delmas¹, Anne Eulin-Garrigue², Estelle Lefrançois³ & Olivier Monnier⁴

¹ INRAE-EABX, Cestas

² Hydreco, Kourou

³ Eco in'EAU, Montferrier-sur-Lez

⁴ OFB-DRAS, Vincennes

Dans le cadre de la DCE, la surveillance-évaluation pour les cours d'eau des Antilles sur le compartiment diatomées est réalisée à l'aide d'un indicateur conçu en 2013, l'indice diatomique antillais (IDA), pour lequel une mise à jour est souhaitable. En effet, de nombreux inventaires nouveaux accompagnés de données de physico-chimie permettraient d'enrichir considérablement le jeu de données initial ayant servi à établir le profil écologique des taxons indiciaires et à construire l'indicateur.

Par ailleurs, la prévalence de plus en plus forte de taxons non-indiciaires, l'apparition de nouveaux taxons dans les inventaires, ainsi qu'une dérive possible des identifications liée à la diversification des opérateurs nécessitent qu'en amont de la révision de l'IDA, une mise à jour de la taxinomie des diatomées des cours d'eau soit faite. Il reste aux Antilles de nombreuses espèces non-formellement identifiées, soit parce qu'elles sont nouvelles pour la science, soit parce que leur caractérisation demande un niveau d'équipement et d'expertise difficilement accessible aux opérateurs de la surveillance.

Il est donc envisagé que soit réalisée une expertise taxinomique qui visera à valider les identifications, éliminer le plus possible de taxons non identifiés actuellement sous numéros et harmoniser la taxinomie entre Guadeloupe et Martinique.

A l'issue de ce travail, il est attendu : une checklist à jour des taxons antillais, accompagnée de critères d'identification et de compléments d'illustrations, ainsi qu'une ré-harmonisation *a posteriori* des inventaires diatomiques antillais permettant un re-versionnage efficace de l'IDA. Dans un second temps sera envisagée la publication d'une flore dans une revue scientifique, attestant de la qualité de l'expertise et des avancées qu'elle aura permises dans la connaissance des diatomées des cours d'eau des Antilles.

Un élément central de ce travail d'expertise taxinomique, sera la tenue d'un workshop sur une semaine, utilisant l'infrastructure et le parc de microscopes de l'OFB/Paraclet. Il visera à réunir des experts académiques de la flore néotropicale et les consultants en charge de la surveillance DCE aux Antilles. Il permettra d'établir une feuille de route pour la poursuite du travail de taxinomie (p. ex. espèces nouvelles à décrire).

Ce projet est porté par l'OFB et l'INRAE dans le cadre du programme 2023-2026 d'Aquaref.

(C) La diversité des diatomées en relation avec les paramètres physico-chimiques des eaux du réservoir du barrage de Sidi Chahed à Fès Meknès

Youssef Ouballouk¹, Abdelkader Chahlaoui, Abdelhak Saidi & Moulay Lafdil Belghiti

1 Équipe de Gestion et Valorisation des Ressources Naturelles, Laboratoire Environnement et Santé.
Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Moulay Ismaïl, BP 11201 Zitoune, Meknès, Maroc.

La présente étude se concentre sur l'identification et l'analyse des diatomées dans le réservoir du barrage Sidi Chahed, situé dans le sous-bassin de Mikkés, faisant partie du bassin du Sebou. Au total, 76 taxons appartenant à 30 genres différents ont été identifiés, révélant une diversité importante. Les genres les plus fréquemment rencontrés dans toutes les stations d'échantillonnage sont *Navicula* et *Nitzschia*.

Les résultats indiquent que la flore diatomique est dominée par neuf genres, qui représentent plus de 90% des 400 individus identifiés dans chaque échantillon. Ces genres prédominants sont *Navicula*, *Nitzschia*, *Fragilaria*, *Cymatopleura*, *Cymbella*, *Amphora*, *Cocconeis*, *Eunotia* et *Diploneis*. Les espèces les plus fréquemment observées, représentant 99% des diatomées identifiées, sont *Navicula viridula*, *Cymatopleura solea*, *Nitzschia reversa*, *Nitzschia acicularis*, *Eunotia monodon*, *Navicula cuspidata* et *Amphora ovalis*.

L'affluent de l'oued Mellah se caractérise par la prédominance de *Navicula viridula* (24%) et de *Cymatopleura solea* (20%), tandis que l'affluent de l'oued Mikkes est marqué par *Navicula gregaria* (30%) et *Eunotia pectinalis* (7%). À l'intersection des deux oueds, *Navicula gregaria* (15%) et *Cymatopleura solea* (6%) ont été observées.

En ce qui concerne la colonne d'eau de la retenue en surface, à une profondeur de 15 m et à une profondeur de 30 m, les espèces prédominantes sont respectivement *Cyclotella bodanica* (14%), *Nitzschia palea* (15%) et *Amphora ovalis* (14%).

L'évaluation spatio-temporelle de l'indice diatomique a révélé un maximum de 12 au niveau des affluents du barrage et un minimum de 7 au niveau de la colonne du barrage.

(P) Qualité des masses d'eau de transition de La Réunion. Faisabilité par les diatomées ?

Gilles Gassiole¹, Guillaume Borie², Emilie Métro², Chloé Yven² & O. Monnier³

¹ MicPhyc, 88 Chemin Manouilh 97433 Salazie

² OCEA Consult', 19 Chemin Anda 97432 Ravine des Cabris

³ OFB, Direction de la Recherche et de l'Appui Scientifique, 5 Square Félix Nadar, 94300 Vincennes

Le programme de recherche « TransPhyt » a permis entre autres de suivre, durant l'année 2021, les diatomées sur la plupart des milieux d'eau de transition de La Réunion. Des gradients d'altération liés aux paramètres azote et phosphore ont été mis en évidence sur les stations choisies. Des substrats artificiels, « diatomètres », ont été facilement colonisés, ce qui a permis d'analyser par la suite les cortèges diatomiques en suivant le protocole IDR (Indice diatomique de La Réunion). L'application directe de l'IDR, utilisé sur les cours d'eau, n'a pas été possible du fait du grand nombre de taxons exclus du calcul, soit en raison de leur caractère halin, soit de leur absence de la liste des taxons indiciels de l'IDR. En effet, en raison de la nouveauté des milieux investigués, de nombreux taxons n'avaient pas encore été relevés à La Réunion. 120 taxons au total pour seulement 8 stations sur 4 sites différents ont été listés.

Les résultats montrent une certaine stabilité des populations (contrairement au suivi du phytoplancton). Les traitements statistiques appliqués (Arbre de régression multivariable et recherche de taxons indicateurs) permettent de bien séparer les différents groupes de stations plus ou moins altérées, avec des taxons présentant de fortes valeurs indicatrices.

Cette étude a permis une première approche probante pour une faisabilité du suivi par les diatomées des eaux de transition à La Réunion, avec un gradient d'altération existant, une méthode de prélèvement adaptée et une réponse appropriée des communautés de diatomées. Bien que beaucoup de travail reste à effectuer en taxinomie, la principale limite est que le suivi n'a été effectué que sur une année sachant que les variations interannuelles peuvent être importantes sur ces milieux selon les communications avec l'océan possibles et dont la fréquence dépend notamment principalement de l'intensité de la saison cyclonique, ainsi que des interventions anthropiques sur le cordon littoral.

(C) VisualDiatoms, une application pour mettre en valeur les données diatomées
Intervention enregistrée

Léonard Henry, Juliette Rosebery & Sébastien Boutry

INRAE, 50 Avenue de Verdun, Cestas-Gazinet

En France, les diatomées sont utilisées depuis plus de 30 ans pour évaluer l'état écologique des cours d'eau. Ces microalgues bio indicatrices sont à la base de nombreux indices qui renseignent les agences de l'eau sur la qualité des écosystèmes aquatiques et permettent de définir les plans de gestion. Les prélèvements annuels des centaines de stations d'échantillonnage présentes sur le territoire sont regroupés dans une base publique appelée NAIADES. Les données contenues dans celle-ci sont utilisées notamment pour la mise à jour des indices d'évaluation d'état écologique comme l'Indice Biologique Diatomées. A ce jour, près de 2 millions de prélèvements diatomiques, compris entre 2007 et 2022 sont contenus dans la base.

Ce nombre important de prélèvements rend cependant difficile l'exploitation de la donnée. Il est notamment ardu d'appréhender les informations ayant trait à la complexité taxonomique des diatomées et à son évolution rapide (apparition de nouvelles espèces, révisions de genres, division de complexes taxonomiques en espèces distinctes ...). Pour cette raison, disposer d'une application permettant de synthétiser les informations, de les traduire en graphiques, constituerait un outil pertinent.

VisualDiatoms est une application web R shiny qui permet d'explorer l'ensemble des données diatomées de la base NAIADES sous une forme originale et visuelle. Tout en garantissant un accès aux données les plus récentes, VisualDiatoms fournit de nombreuses fonctionnalités permettant de filtrer la base par taxon, puis d'afficher et de comparer leurs répartitions spatiales et temporelles. En plus de formater les données, l'application offre une option de téléchargement qui permet de récupérer les informations concernant un ou plusieurs taxons directement sur votre ordinateur. Les données d'auto-écologie sont par ailleurs disponibles. La communication proposée, sous forme d'une vidéo, permettra de découvrir l'application et les différentes possibilités proposées, afin d'exploiter au mieux les données contenues dans la base NAIADES.

LISTE DES PARTICIPANTS

ALLAIN Elisabeth

UMR CNRS 6042 GEOLAB
Maison des Sciences de l'Homme
4 rue Ledru
63000 Clermont-Ferrand

elisabeth.allain@uca.fr

ANDRE Coralie

Ghent University, Department of Geology,
Krijgslaan 281-S8, B-9000 Ghent

Coralie.andre@UGent.be

ANDRE Cyrille

OFB DR AURA
Laboratoire d'hydrobiologie Site de Lyon
5, place Jules Ferry
69006 LYON

cyrille.andre@ofb.gouv.fr

BAKER Lory-Anne

GEOLAB
4 rue Ledru - 63000 Clermont-Ferrand

lory-anne.baker@uca.fr

BEAUGER Aude

GEOLAB UMR 6042
Maison des Sciences de l'Homme
4 rue Ledru TSA 70402
63001 Clermont-Ferrand Cedex

aude.beauger@uca.fr

BENHASSANE Lhoucine

LPÉE Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes
Centre d'Etudes et de Recherches
sur l'Environnement et la Pollution (CEREP)
Maroc

Benhassane@lpee.ma

BEN KHELIFA Leila

ISTeP - SORBONNE UNIVERSITE PARIS

Leila.ben_khelifa@sorbonne-universite.fr

BOULIER Isabelle

OFB DIR PACA CORSE
Laboratoire d'hydrobiologie
Chemin d'Agliani Montesoro 20600 BASTIA

isabelle.boulier@ofb.gouv.fr

BRETIGNY Alexia

OFB DIR PACA CORSE
Laboratoire d'hydrobiologie
Chemin d'Agliani Montesoro 20600 BASTIA

alexia.bretigny@ofb.gouv.fr

CARTIER Rosine

CEREGE

Europôle Méditerranéen de l'Arbois
Avenue Louis Philibert BP80 13545
Aix-en-Provence cedex 4

cartier@cerege.fr

CHAMBERT Christine

Iris Consultants Girond
40 passage Messidor 07160 Mariac

irisconsu@wanadoo.fr

CHARLOT Cécile

OFB - DR Occitanie - Site de Toulouse
Laboratoire d'hydrobiologie
1 rue de la cité administrative Bât. G
CS 80002 - 31074 Toulouse Cedex 9

cecile.charlot@ofb.gouv.fr

CHARNOZ Amélie

OFB - DR Occitanie
Laboratoire d'hydrobiologie
1 rue de la cité administrative Bât. G
CS 80002 - 31074 Toulouse Cedex 9

amelie.charnoz@ofb.gouv.fr

CHAVAUX Rémy

OFB DR AURA
Laboratoire d'hydrobiologie Site de Lyon
5, place Jules Ferry
69006 LYON

remy.chavaux@ofb.gouv.fr

CUEILLE Marie

Laboratoire EEP, UMR 8198
Université de Lille, Sciences et Technologies,
Bâtiment SN2 Cité Scientifique
59655 Villeneuve d'Ascq

marie.cueille.etu@univ-lille.fr

DALIBARD Lucie

OFB DR Bretagne
Laboratoire d'hydrobiologie
L'Armorique, 10 rue Maurice Fabre
CS 96515 - 35065 Rennes cedex

lucie.dalibard@ofb.gouv.fr

DAVIAUD Claire

OFB DR Ile-de-France
Laboratoire d'hydrobiologie
12, cours Louis Lumière
94300 VINCENNES

claire.daviaud@ofb.gouv.fr

DELMAS François

INRAE UR EABX

50 avenue de Verdun, 33612 Cestas cedex

Laboratoire d'hydrobiologie

francois.delmas@inrae.fr

DERRAS Nora

OFB DR Ile-de-France

Laboratoire d'hydrobiologie

12, cours Louis Lumière

94300 VINCENNES

nora.derras@ofb.gouv.fr

EULIN-GARRIGUE Anne

HYDRECO GUYANE

Laboratoire Environnement

12 Avenue Gustave Eiffel - ZI Pariacabo

B.P. 823 - 97310 KOUROU

anne.eulin-garrigue@hydrecolab.com

FIGUS Cecile

Institute of Marine and Environmental Sciences,

University of Szczecin

ul. Mickiewicza 18, 70-383 Szczecin, Poland

cecile.figus@phd.usz.edu.pl

GARCIA Fabien

ARTEMIS

7 chemin de la Promenade

31350 Boulogne-sur-Gesse

fabien.garcia@artemis.ovh

GISSET Christelle

AQUABIO

41 Rue des Frères Lumière

63100 CLERMONT FERRAND

christelle.gisset@aquabio-conseil.com

HEUDRE David

DR OFB Grand Est

Laboratoire d'hydrobiologie

Chemin du Longeau,

57160 Moulins-les-Metz

david.heudre@ofb.gouv.fr

JAUSSAUD Christel

OFB DR Bourgogne-Franche-Comté

Laboratoire d'hydrobiologie

5, voie Gisèle Halimi

25000 Besançon

christel.jaussaud@ofb.gouv.fr

KERMARREC Lenaïg
HYDRECO GUYANE
12 rue Gustave Eiffel Z.I. de Pariacabo
97310 KOUROU

lenaig.kermarrec@hydrecolab.com

LAMBERT Amandine
OFB DR Centre Val de Loire
Laboratoire d'hydrobiologie
5 avenue Buffon 45064 Orléans

amandine.lambert@ofb.gouv.fr

LANGE-BERTALOT Horst
Université J. W Goethe
Département Biologie
Institut Botanique
Francfort-sur-le-Main

LASLANDES Bérengère
ECOMA Hôtel d'Entreprise – Atelier 3
Rue Edouard BELIN
66600 RIVESALTES

berengere.laslandes@ecoma-scop.fr

LAVIALE Martin
Université de Lorraine, Campus Bridoux
UMR CNRS 7360
LIEC, 57070 Metz

martin.laviale@univ-lorraine.fr

MONNIER Olivier
OFB/Service EcoAqua
5 Square Félix Nadar – 94300 Vincennes

olivier.monnier@ofb.gouv.fr

MOREAU Laura
DR OFB Grand Est
Laboratoire d'hydrobiologie
Chemin du Longeau,
57160 Moulins-les-Metz

laura.moreau@ofb.gouv.fr

MORIN Soizic
INRAE UR EABX
50 avenue de Verdun, 33612 Cestas cedex

soizic.morin@inrae.fr

PAILLES Christine
CEREGE
Europole del'Arbois
BP80
13545 Aix-en-Provence

pailles@cerege.fr

PEETERS Valérie

OFB DR Bourgogne-Franche-Comté
Laboratoire d'hydrobiologie
57 rue de Mulhouse
21000 Dijon

valerie.peeters@ofb.gouv.fr

SCHOEFS Benoit

UNIVERSITE DU MANS-Biosse-
avenue Olivier Messiaen
72085 LE MANS cedex 9

benoit.schoefs@univ-lemans.fr

SEU-ANOI NETTO Mireille

Laboratoire d'environnement et biologie aquatique
02 BP 802 ABIDJAN 02

seuanoi_sge@univ-na.ci

STRAUB François

Bureau PhycoEco
39, Rue des 22-Cantons 39
CH-2300 La Chaux-de-Fonds

fstraub@phycoeco.ch

TAHRI Anaïs

GEOLAB UMR 6042
Maison des Sciences de l'Homme
4 rue Ledru
63057 Clermont-Ferrand Cedex 1

anaïs.tahri@doctorant.uca.fr

VAN DE VIJVER Bart

Jardin Botanique de Meise
Département de Recherche,
Nieuwelaan 38, 1860 Meise, Belgique

bart.vandevijver@plantentuinmeise.be

VASSELON Valentin

SCIMABIO-Interface
Site INRAE CARRTEL
75bis Avenue de Corzent
74200 Thonon-les-Bains

valentin.vasselon@scimabio-interface.fr

VILLEFOURCEIX-GIMENEZ Pierre

INRAE Nouvelle-Aquitaine Bordeaux
50, avenue de Verdun
33612 Cestas

pierre.villefourceix-gimenez@inrae.fr

VIZINET Jessica

AQUASCOP Biologie
1 avenue du Bois l'Abbé
49070 BEAUCOUZE

Jessica.vizinet@aquascop.fr

VOUTERS Jean-Marc

OFB DR Nouvelle-Aquitaine
Laboratoire d'Hydrobiologie
Le Pastel
22 rue des pénitents blancs 87000 LIMOGES

Jean-marc.vouters@ofb.gouv.fr

WELSCHBILLIG Nora

Administration de la Gestion de l'Eau-Laboratoire
1, avenue Rock"N"Roll
L-4361 Esch sur Alzette Luxembourg

nora.welschbillig@eau.etat.lu