



HAL
open science

Dynamique temporelle de la biodiversité en cours d'eau

Juliette Tison-Rosebery, Thibault Leboucher, Virginie Archaimbault, David Carayon, Jérôme Belliard, Martial Ferréol, Mathieu Floury, Alienor Jeliaskov, Evelyne Tales, Bertrand Villeneuve, et al.

► **To cite this version:**

Juliette Tison-Rosebery, Thibault Leboucher, Virginie Archaimbault, David Carayon, Jérôme Belliard, et al.. Dynamique temporelle de la biodiversité en cours d'eau. 2021. hal-03346674

HAL Id: hal-03346674

<https://hal.inrae.fr/hal-03346674>

Submitted on 16 Sep 2021

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

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

CONVENTION DE SUBVENTION
Programme 2019-2021 - Thème Pressions et Impacts - Action n° 8

Dynamique temporelle de la biodiversité en cours d'eau

Rapport final

**Tison-Rosebery, J.*, Leboucher, T.*, Archaimbault,
V., Carayon, D., Belliard, J., Ferreol, M., Flourey, M.,
Jeliazkov, A., Tales, E., Villeneuve, B. (INRAE)**

**co-premiers auteurs*

Juin 2021

- **AUTEURS**

Tison-Rosebery, Juliette, Directrice de Recherche (INRAE), juliette.rosebery@inrae.fr
Leboucher, Thibault, Ingénieur de Recherche contractuel (INRAE), thibault.leboucher@inrae.fr
Archambault, Virginie, Chargée de Recherche (INRAE), virginie.archambault@inrae.fr
Carayon, David, Ingénieur d'Etude (INRAE), david.carayon@inrae.fr
Belliard, Jérôme, Ingénieur de Recherche (INRAE), jerome.belliard@inrae.fr
Ferreol, Martial, Ingénieur de Recherche (INRAE), martial.ferreol@inrae.fr
Floury, Mathieu, Post-doctorant (LEHNA, UCBL), mathieu.floury@inrae.fr
Jeliazkov, Aliénor, Chargée de Recherche (INRAE), alienor.jeliazkov@inrae.fr
Tales, Evelyne, Ingénieure de Recherche (INRAE), evelyne.tales@inrae.fr
Villeneuve, Bertrand, Ingénieur de Recherche (INRAE), bertrand.villeneuve@inrae.fr

- **CORRESPONDANTS**

OFB : Prénom NOM, fonction (Organisme), adresse e-mail

Partenaire : Prénom NOM, fonction (Organisme), adresse e-mail

- **AUTRES CONTRIBUTEURS**

Passy, Sophia I., Professeure (Université du Texas à Arlington), sophia.passy@uta.edu

Droits d'usage : [par ex. accès libre ou accès réservé à XXX]

Niveau géographique : [un seul choix entre : mondial, national, régional, départemental, communal]

Couverture géographique : [administrative : indiquer le ou les pays, région, département ou commune ; citations locales : indiquer les noms de cours d'eau, plan d'eau, masse d'eau, bassin hydrographique]

Niveau de lecture : [plusieurs choix possibles entre : scolaires, citoyens, professionnels, experts]

[Les rubriques propres au partenaire (visa par ex.) peuvent être insérer dans cette page ou ajouter sur une page supplémentaire]

- **RESUME**

S'il ne fait aucun doute que la biodiversité décline à l'échelle mondiale, il est surprenant de constater que les dynamiques locales peuvent être contrastées. Nous possédons une compréhension encore incomplète de la façon dont les écosystèmes évoluent sous l'effet du changement global. Ici, nous avons cherché à caractériser la dynamique temporelle récente de la biodiversité des rivières en France, d'un point de vue taxonomique et fonctionnel, concernant différents organismes clés (diatomées, macroinvertébrés et poissons), à partir d'un large panel de mesures de la biodiversité et sur une période multi-décennale.

Les tendances temporelles de la richesse taxonomique et fonctionnelle, de l'indice de Shannon, de la beta-diversité et du nombre de gagnants/perdants ont apporté des informations particulièrement pertinentes. Les résultats convergent vers la mise en évidence d'un retour significatif des taxons sensibles à l'eutrophisation, signe d'amélioration de la qualité des cours d'eau au cours de cette période du point de vue de l'enrichissement trophique. D'autre part, la richesse en diatomées et, dans une moindre mesure, en poissons, a diminué au fil du temps, tandis que la richesse taxonomique des macroinvertébrés a augmenté. Enfin, l'étude a révélé des réarrangements cohérents au sein des communautés des cours d'eau, avec le passage d'une production primaire planctonique à une production primaire benthique, entraînant des modifications fonctionnelles des communautés de macroinvertébrés et de poissons.

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

Biodiversité, dynamiques temporelles, cours d'eau, diatomées, poissons, macroinvertébrés, changement global

TEMPORAL DYNAMICS OF BIODIVERSITY IN RIVERS

- **ABSTRACT**

If there is no doubt that biodiversity declines at a global scale, surprisingly the literature on this topic raises contrasting conclusions about local biodiversity trends. We still have an incomplete understanding of how ecosystems evolve under global change. Here, we aimed to characterize the recent temporal dynamics of river biodiversity in France, from both a taxonomic and a functional point of view, concerning different key organisms (diatoms, macroinvertebrates and fish), with a large panel of biodiversity metrics and through a decadal time-span.

Taxonomic and functional richness, Shannon index, beta-diversity and numbers of winners vs. losers were most temporally dynamic. Our results on sensitive taxa recovery in all three groups provided strong evidence that water quality management in France over the past decades successfully decreased nutrient loads in streams. On the other hand, diatom and to a lesser extent fish richness declined over time, while macroinvertebrate taxonomic richness increased. Finally, the study revealed consistent rearrangements within stream communities, with a shift from planktonic to benthic primary production, resulting in functional changes in macroinvertebrate and fish trait composition.

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

Biodiversity, temporal trends, streams, diatoms, fish, macro-invertebrates, global change

- **SYNTHESE POUR L'ACTION OPERATIONNELLE** [4 pages maximum]

Contexte et objectifs

De nombreux avis scientifiques convergent vers l'idée qu'une « 6ème phase d'extinction massive » dont l'homme serait l'agent principal est en cours. 20 000 espèces sont actuellement menacées d'extinction, un nombre qui a doublé depuis 2000. La recherche de signaux permettant de mesurer l'érosion de la biodiversité est ainsi devenue cruciale afin d'en déterminer les causes, puis de développer des stratégies de conservation efficaces.

La finalité du projet consiste à caractériser la dynamique temporelle récente de la biodiversité aquatique des cours d'eau, à détecter d'éventuels signaux d'érosion ou réarrangements de la biodiversité, à partir d'un jeu de métriques pertinentes concernant différents organismes clés : diatomées, macroinvertébrés et poissons.

Notre jeu de données comprend des prélèvements de diatomées benthiques, de poissons et de macroinvertébrés provenant respectivement de 258, 222 et 253 sites distincts en France. Toutes ces données ont été acquises entre 1994 à 2013 dans le cadre du programme national de surveillance des écosystèmes aquatiques, selon des protocoles normalisés.

Nous avons évalué la trajectoire de la diversité temporelle de chaque assemblage sur chaque site en utilisant une série de métriques : richesse taxonomique S, Shannon H', beta-diversité, dispersion fonctionnelle, équitabilité fonctionnelle, richesse fonctionnelle et winners/losers. Nous avons en parallèle étudié l'évolution temporelle des variables physico-chimiques et climatiques associées aux prélèvements biologiques.

Le projet est basé sur la collaboration entre plusieurs équipes de recherche : en interne INRAE (UR EABX, RIVERLY et HYCAR), ainsi qu'avec l'Université d'Arlington (S. Passy, Texas, USA). Ce travail a donné lieu à une publication soumise à la revue Global Change Biology. Nous avons également formalisé en vue de son transfert le script de calcul de la métrique « winners/losers ».

Principaux résultats

- a. Une oligotrophisation récente de l'hydrosystème français, mais des conditions environnementales de plus en plus instables

Nos résultats ont montré une augmentation de l'abondance des taxons sensibles à l'eutrophisation corrélée à une diminution des taxons eutrophes et tolérants, pour tous les maillons étudiés. Cette observation est confirmée par une diminution des concentrations en nutriments (phosphore total, orthophosphates et ammonium) et une baisse de la demande biologique en oxygène.

L'influence du réchauffement climatique dans nos résultats a été en revanche difficile à détecter. Aucun changement significatif des variables climatiques n'a été observé. Nous n'avons pas observé de progression systématique de taxons d'eaux chaudes, en dehors de quelques familles de macroinvertébrés. Nous notons cependant l'émergence de traits parmi les poissons et invertébrés caractéristiques d'une instabilité de l'habitat en termes de fréquence, d'amplitude, ou d'imprévisibilité des perturbations. L'évolution temporelle de la biodiversité dépend du groupe biologique considéré

Nous avons observé pour les communautés de diatomées et (dans une moindre mesure) de poissons une tendance à la baisse de la richesse taxonomique au fil du temps. Les communautés de macroinvertébrés en revanche présentent une dynamique très différente, caractérisée par une augmentation globale de la richesse taxonomique.

c. Des modifications fonctionnelles significatives

Les modifications temporelles observées au sein des communautés de diatomées, et en particulier la prolifération d'espèces prostrées (low profile) ou détrimement des espèces planctoniques et mobiles est un résultat clé de notre étude. Ceci peut en effet induire des changements de communauté aux niveaux trophiques supérieurs. Les communautés de macroinvertébrés doivent adapter leur régime alimentaire, ceux capables de se nourrir de biofilms fins, constitués essentiellement de diatomées étroitement attachées au substrat, sont favorisés. Il s'ensuit une diversification bottom-up des communautés de macroinvertébrés, et un accroissement consécutifs des poissons insectivores.

Conclusions

Le calcul de métriques liées à la biodiversité nous a permis de mettre en évidence des réarrangements d'espèces au sein des communautés étudiées. Les aspects fonctionnels ont quant à eux fourni des informations clés sur la nature de ces réarrangements. Nous avons pu émettre l'hypothèse de modifications des régimes alimentaires des macroinvertébrés et des poissons liées aux changements structurels des biofilms. Nous avons également observé une amélioration de la qualité de l'eau au cours de la période, du point de vue de l'enrichissement trophique.

Les données biologiques acquises dans le cadre des programmes de surveillance de l'état écologique des cours d'eau semblent suffisamment solides pour pouvoir en extraire des métriques de biodiversité, taxonomiques comme fonctionnelles, fiables (convergence et cohérence des résultats obtenus pour les trois maillons étudiés). Nous pensons qu'il serait utile de poursuivre le suivi de la dynamique temporelle de la biodiversité des milieux aquatiques à l'aide du jeu de métriques utilisé ici, sur les différents maillons biologiques. Des marqueurs complémentaires (biovolumes, formes anormales), plus sensibles aux pollutions toxiques malheureusement en augmentation sur la période, devraient être suivis de façon systématique afin de fournir une évaluation plus exhaustive des changements récents de la qualité de l'eau et des communautés qui s'y développent.

Livrables

Rapport scientifique : Tison-Rosebery, J., Leboucher, T., Archambault, V., Carayon, D., Belliard, J., Ferreol, M., Floury, M., Jeliaskov, A., Tales, E., Villeneuve, B., Passy, S.I., (2021) - Dynamique temporelle de la biodiversité en cours d'eau. Convention INRAE-OFB, 60 p.

Publication scientifique soumise à Global Change Biology : Tison-Rosebery, J., Leboucher, T., Archambault, V., Belliard, J., Carayon, D., Ferreol, M., Floury, M., Jeliaskov, A., Tales, E., Villeneuve, B., Passy, S.I. Decadal biodiversity trends in freshwater ecosystems reveal recent community and functional shifts.

Communication scientifique acceptée pour le prochain Symposium for European Freshwater Sciences (25-30 juillet 2021, même titre et mêmes auteurs que la publication).

Script de calcul de la métrique « winners-losers ».

- **SOMMAIRE**

1. Introduction	8
2. Matériel et méthodes	9
a- Bases de données	9
b- Analyse des données	10
3. Résultats	11
a- Trajectoires temporelles des communautés	11
b- Trajectoires temporelles des données environnementales	11
c- Winners and losers	11
4. Discussion	12
a- Des changements environnementaux récents	12
b- L'évolution temporelle de la biodiversité dépend du groupe biologique considéré	12
c- Des modifications fonctionnelles significatives	13
5. Conclusion	14
6. Table des illustrations	15
7. Bibliographie	31
8. Annexes	37

1. Introduction

De nombreux avis scientifiques convergent vers l'idée qu'une « 6ème phase d'extinction massive » dont l'homme serait l'agent principal est en cours (Brook et al., 2008b). La moitié de la surface terrestre continentale (libre de glace) a été transformée en zones agricoles ou urbaines et un tiers des forêts a été détruit (Ellis and Ramankutty, 2008). Depuis 1600, on estime que 906 espèces connues se sont éteintes (IUCN 2015). Même si cela représente une petite fraction des huit millions d'espèces d'eucaryotes existantes, le taux d'extinction correspondant est 100 à 1000 fois supérieur aux taux historiques enregistrés dans les chroniques fossiles (Ceballos et al., 2015). Vingt mille espèces sont de plus actuellement menacées d'extinction, un nombre qui a doublé depuis 2000 (IUCN, 2015). La recherche de signaux permettant de mesurer l'érosion de la biodiversité est cruciale afin d'en déterminer les causes, puis de développer des stratégies de conservation efficaces.

Il est toutefois surprenant de constater que les différents travaux publiés sur le sujet n'aboutissent pas tous aux mêmes conclusions en ce qui concerne l'évolution récente de la biodiversité locale (Magurran et al., 2018). Cette observation peut trouver des explications dans les mesures réalisées pour évaluer les changements survenus. S'il ne fait aucun doute que la biodiversité décline à l'échelle mondiale, les études à l'échelle locale souvent basées sur l'étude de la richesse spécifique (alpha-diversité) ne partagent pas toujours les mêmes conclusions (Hillebrand et al., 2017). Les tendances en matière de richesse locale ne parviennent en effet pas à détecter tous les changements importants dans la composition des communautés, comme le remplacement d'espèces rares à forte valeur patrimoniale par des espèces communes. Par conséquent, de plus en plus d'auteurs se focalisent aujourd'hui davantage sur l'étude des "réarrangements de la biodiversité" plutôt que de la "perte de biodiversité" (Magurran et al., 2019) : le turnover (beta-diversité temporelle), l'abondance relative des espèces rares, l'équitabilité ou la diversité fonctionnelle (Mason et al., 2005) sont des mesures qui semblent pertinentes pour suivre les changements de composition des communautés en complément la richesse locale.

L'étude d'un taxon ou d'un trait fonctionnel unique peut également biaiser l'interprétation que l'on peut apporter à la dynamique temporelle de la biodiversité, chacun répondant différemment aux conditions du milieu et pouvant donc évoluer de façon distincte. Les publications récentes préconisent donc l'étude simultanée de différents maillons biologiques, si possible appartenant à différents niveaux trophiques de l'écosystème (Gossner et al., 2013), et présentant des temps de génération et des capacités de dispersion distincts (Korhonen et al., 2010). L'étendue temporelle de la base de données à analyser influence également l'évaluation de la dynamique de la biodiversité : une échelle temporelle intermédiaire (décennale ou multidécennale) semble adaptée car les modifications qui interviennent au sein des communautés sont alors majoritairement en lien avec les modifications du milieu, sans que les processus évolutifs de spéciation viennent interférer (Rosenzweig, 1995).

Si l'on considère les milieux aquatiques, qui, pourtant, sont peut-être les écosystèmes les plus impactés par les changements globaux (Dudgeon et al., 2006), très peu d'études intègrent les aspects cités ci-dessus (Korhonen et al., 2010). Alahuhta et al. (2018) ont passé en revue les 15 dernières années de recherche sur la biodiversité des écosystèmes aquatiques, et ont souligné le fait que les articles étudiés s'intéressaient majoritairement à la richesse taxonomique (et secondairement à la diversité fonctionnelle), en ne considérant généralement qu'un seul organisme (les macroinvertébrés étant les plus étudiés, suivis par les poissons, puis les macrophytes et les diatomées).

Dans ce contexte, la finalité du projet consiste à caractériser la dynamique temporelle récente de la biodiversité aquatique des cours d'eau, à détecter d'éventuels signaux d'érosion ou réarrangements de la biodiversité, concernant différents organismes clés : diatomées, macroinvertébrés et poissons. Les macrophytes n'ont pas pu être intégrées à l'étude, nous ne disposons pas de chroniques suffisantes. La base de données finale concerne l'échelle du territoire national ainsi qu'une plage temporelle d'une vingtaine d'année. Le projet est basé sur la collaboration entre plusieurs équipes de recherche : en interne INRAE (UR EABX, RIVERLY et HYCAR), ainsi qu'avec l'Université d'Arlington (S. Passy, Texas, USA). Ce travail a donné lieu à une publication (en annexe), soumise à la revue *Global Change Biology*. Nous avons également formalisé en vue de son transfert le script de calcul de la métrique « winners/losers ».

2. Matériel et méthodes

a. Bases de données

Notre jeu de données comprend des prélèvements de diatomées benthiques, de poissons et de macroinvertébrés provenant respectivement de 258, 222 et 253 sites distincts (Fig. 1). Toutes ces données ont été acquises entre 1994 et 2013 dans le cadre du programme national de surveillance des écosystèmes aquatiques, selon des protocoles normalisés.

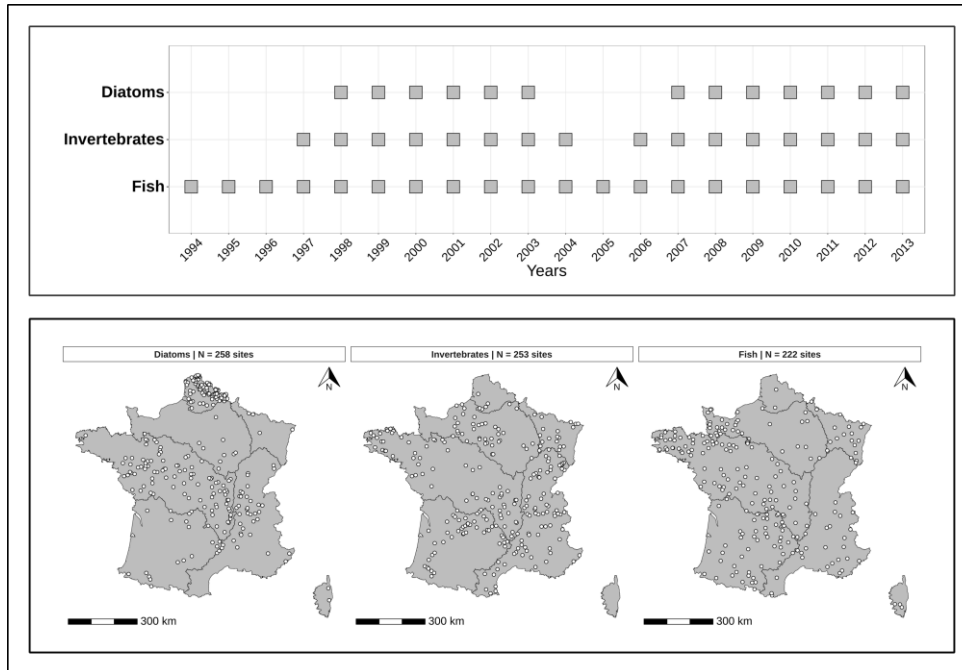


Figure 1 : Répartition spatiale et temporelle des échantillons analysés.

Données diatomées

Les données relatives aux diatomées ont été acquises entre 1998 et 2013, soit au total 2613 échantillons. Les prélèvements ont été réalisés selon un protocole normalisé (NFT 90-354, AFNOR, 2007), durant la période d'étiage, entre mai et octobre, afin de maîtriser la part de variabilité saisonnière des assemblages d'espèces. Les diatomées ont été identifiées à un grossissement de $\times 1000$ en identifiant 400 frustules par lame d'après (entre autres) les flores de Krammer et Lange-Bertalot (1986-1991) et Lange-Bertalot (1995-2015, 2000-2013). L'homogénéisation taxonomique a été réalisée au niveau de l'espèce avec le logiciel Omnidia 5.3 (Lecoite, Coste & Prygiel, 1993). Nous avons utilisé les traits autoécologiques définis par Carayon et al. (2019) (tableau 1) ainsi que la classification en guildes (low profile, high profile, mobile, planctonique) (Passy, 2007) pour les calculs de diversité fonctionnelle.

Données macroinvertébrés

Les macroinvertébrés ont été échantillonnés selon la norme NF T90-350 de 1996 à 2006 et selon la norme XP T90-333 de 2007 à 2013, assurant une parfaite compatibilité entre les 2868 échantillons finalement collectés. L'échantillonnage a été effectué dans des conditions de faible débit sur 8 types de mésohabitats prédéfinis, et à l'aide d'un filet Surber (zone d'échantillonnage $0,05\text{m}^2$, maillage $500\mu\text{m}$). Les macroinvertébrés ont été triés, comptés et identifiés au niveau de la famille (NF T90-350) ou du genre (XP T 90-388). Tous les échantillons ont finalement été mis en base au niveau taxonomique de la famille.

Nous avons exploité 8 traits écologiques et 9 traits biologiques décrits dans le tableau 2, pour les calculs de diversité fonctionnelle (Usseglio et al., 2001).

Données poissons

3638 échantillons ont été collectés par pêche électrique en période de faible débit selon un protocole standard (T90-344, AFNOR, 2004). Chaque individu a été identifié au niveau de l'espèce. L'abondance a été normalisée par rapport à la zone échantillonnée.

Nous avons utilisé 11 traits écologiques et 5 traits d'histoire de vie pour évaluer la diversité fonctionnelle de cette communauté (Logez et al. 2013, Poulet, Beautalon & Dembski, 2011 ; Pont et

al., 1995 ; Bergerot, Belliard & Hugueny, 2013 ; Froese & Pauly, 2014 ; Kottelat & Freyhof, 2007 ; Keith et al., 2011) (Tableau 3).

Données environnementales

Les données physico-chimiques ont été mises à disposition par les Agences de l'Eau et comprennent pH, conductivité (à 20°C, mS.cm⁻¹), concentration et saturation en oxygène dissous (mg. L⁻¹ et %), demande biologique en oxygène (mg.L⁻¹ d'O₂ consommé pendant 5j d'incubation à 20°C), phosphore total (mg.L⁻¹), orthophosphate (mg.L⁻¹), ammonium (mg.L⁻¹), nitrate (mg.L⁻¹), nitrite (mg.L⁻¹). Etant donné que les données physico-chimiques n'ont pas été systématiquement mesurées au moment de l'échantillonnage biologique, nous avons calculé les valeurs médianes de toutes les variables environnementales mesurées, pour un même site, sur une plage temporelle correspondant aux 45 jours précédant et aux 15 jours suivant la date d'échantillonnage biologique, et ce dans un rayon de 5 kilomètres autour du site d'échantillonnage. Seuls 16 échantillons de faune piscicole n'ont pas pu être reliés à des données physico-chimiques et ont été retirés de la base.

Les variables climatiques ont été extraites de la base de données SAFRAN (Vidal et al. 2010) et comprennent pour chaque site d'échantillonnage les températures moyennes, minimales et maximales de l'air (°C) et les précipitations solides et liquides cumulées (mm). Nous avons calculé une valeur annuelle pour chaque paramètre climatique.

b. Analyse des données

Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel R 3.6.1 (R Core Team, 2019), et en particulier les packages 'vegan' (Oksanen et al., 2019), 'adespatial' (Dray et al, 2019) et 'FD' (Laliberté and Legendre, 2010).

Indices de biodiversité et tendances temporelles de la biodiversité

Nous avons évalué la trajectoire de la diversité temporelle de chaque assemblage (diatomées, poissons et macroinvertébrés) sur chaque site en utilisant une série de métriques : richesse taxonomique S, Shannon H', beta-diversité, dispersion fonctionnelle FDis, équitabilité fonctionnelle FEve (Villéger et al., 2008) et richesse fonctionnelle Fric (Laliberté and Legendre, 2010). La beta-diversité a été calculée d'après la méthode de partitionnement de Baselga (indice de Sorensen) (fonction beta.div.comp du package R "adespatial") (Baselga, 2010). Les trois indices fonctionnels ont été calculés grâce à la fonction "dbFD" du package R "FD".

Nous avons ajusté les modèles linéaires de chaque métrique en fonction du temps et calculé la pente de tendance pour mesurer l'importance de l'éventuel changement temporel survenu. Pour la beta-diversité, nous avons choisi l'approche qui compare chaque échantillon n avec le premier de la période d'échantillonnage du site considéré. Pour tester la significativité des tendances temporelles obtenues, nous avons comparé les pentes de tendances calculées aux pentes obtenues à partir de modèles nuls (999 tirages), calculées en utilisant des permutations de type « cyclic shift » d'après Magurran et al. (2017). Cette méthode préserve l'autocorrélation temporelle des espèces tout en faisant varier l'abondance de chacune, afin d'éviter les biais potentiellement induits par une permutation libre (Magurran et al., 2017 ; Henderson & Magurran, 2014). Nous avons calculé des tests bilatéraux (z-tests) afin de comparer les pentes observées à celles obtenues à partir des modèles nuls.

Tendances temporelles des données physico-chimiques et climatiques

Pour chaque site et chaque variable, nous avons ajusté un modèle linéaire en fonction du temps et calculé la pente pour mesurer l'importance de l'éventuel changement temporel survenu. Nous avons comparé les pentes observées à celles obtenues à partir des distributions nulles (999 tirages) et calculé des tests bilatéraux afin de les comparer.

Winners et losers

Afin de compléter les analyses par une étude plus précise des changements intervenus au niveau de la composition des communautés, nous avons cherché à mettre évidence quels taxons et quels traits avaient été favorisés au cours de la période (winners) ou au contraire défavorisés (losers). Nous avons ajusté les modèles linéaires correspondant aux abondances cumulées de chaque taxon ou trait en fonction du temps et calculé la pente de tendance pour mettre en évidence un éventuel changement temporel. Ces analyses ont été effectuées au niveau des espèces pour les diatomées et les poissons, des familles pour les macroinvertébrés, ainsi qu'au niveau des traits pour les trois groupes biologiques. Pour tester la significativité des dynamiques structurelle et fonctionnelle des communautés sur la période, nous avons à nouveau comparé les pentes de tendance calculées aux pentes obtenues à partir de modèles nuls (999 tirages) et avons calculé des tests de comparaison bilatéraux (z-tests). Le script de calcul de cette métrique « winners/losers » n'étant pas disponible sous R, nous l'avons formalisé pour assurer son transfert, et nous le proposons donc comme livrable de cette étude.

3. Résultats

a. Trajectoires temporelles des communautés

Les tendances temporelles d'évolution de la diversité se sont avérées variables selon la métrique et le groupe biologique considéré, mais se sont révélées davantage marquées pour les diatomées et les macroinvertébrés (tableau 4).

Concernant les diatomées, les changements temporels les plus marqués ont été observés au niveau de la richesse spécifique et fonctionnelle, qui diminuent dans 58,6 % et 53,1 % des sites, respectivement. Les autres métriques de diversité n'ont montré aucune tendance significative dans la majorité des sites, mais les sites dont la beta-diversité totale et le turn-over ont montré une augmentation se sont révélés plus fréquents que les sites où ces métriques ont montré une diminution (32,2% et 23,6% des sites, respectivement). Ceci signifie que les communautés de diatomées ont tendance au cours du temps à se différencier de la communauté de référence (la communauté prélevée à la première date de la chronique constituant cette référence). L'indice de Shannon a également diminué dans un nombre non négligeable de sites (28,7 %).

Concernant les macroinvertébrés, la richesse (familles) a connu une tendance temporelle positive dans la majorité des sites (51,8%). Toutes les autres métriques de diversité n'ont généralement pas montré de tendances temporelles, même si la beta-diversité totale a montré des tendances à la hausse plutôt qu'à la baisse (18,6 % des sites).

Chez les poissons, les métriques de diversité n'ont montré aucune tendance temporelle dans la plupart des sites. Nous avons néanmoins observé une légère tendance à la baisse de la richesse taxonomique et fonctionnelle (respectivement dans 15,8 et 14,4% des sites).

b. Trajectoires temporelles des données environnementales

En ce qui concerne les conditions climatiques, aucun changement significatif n'a été relevé sur la période (tableau 5). En revanche, les tendances physico-chimiques observées ont révélé une amélioration globale de la qualité de l'eau (tableau 5), caractérisée par une diminution des concentrations en nutriments (phosphore total, orthophosphates et ammonium) et une baisse de la demande biologique en oxygène.

c. Winners and losers

Diatomées

La grande diversité d'espèces de diatomées (989 espèces ici) rend difficile l'interprétation des résultats (Annexe 1). Dans l'ensemble, davantage d'espèces ont vu leur abondance décroître au cours de la période (173 espèces en baisse significative) plutôt que croître (91 espèces en hausse significative).

En ce qui concerne les traits autoécologiques (tableau 6), nous avons observé un déclin significatif et généralisé des traits associés à la tolérance des espèces, accompagné d'une augmentation significative des traits associés à la sensibilité des espèces vis-à-vis d'une dégradation trophique du milieu (tableau 6). Cette tendance a affecté toutes les modalités considérées à savoir la sensibilité vis-à-vis de la minéralisation, de la saturation en oxygène, du taux de matière organique ou de nutriments. Concernant les guildes, le résultat le plus caractéristique est l'augmentation significative des espèces « low profile » accompagnée de la diminution significative des espèces mobiles et planctoniques (tableau 6).

Macroinvertébrés

Contrairement aux diatomées, davantage de familles d'invertébrés ont montré des tendances à l'augmentation de leur abondance (20 familles) plutôt qu'à la baisse (14) même si près de 70% des familles n'ont montré aucune tendance (Annexe 2). Les *Gammaridae*, *Elmidae* et *Brachycentridae* ont été favorisés alors que les *Erpobdellidae*, *Rhyacophilidae* et *Planaridae* ont montré un déclin significatif.

Les taxons consommateurs de macroinvertébrés vivants, les groupes alimentaires prédateurs et perceurs, ont diminué au profit des consommateurs de microphytes vivants, des racleurs et des déchetiseurs (tableau 7). Les familles à préférences eutrophes et α -mésosaprobies ont également régressé tandis que les familles oligotrophes et oligosaprobies se sont développées. En parallèle, une tendance à l'augmentation a été observée pour les formes thermophiles. Nous avons également remarqué le développement de familles présentant une durée longue du cycle de vie, un polivoltinisme, une ovoviviparité et une respiration par les branchies. Enfin, Les familles ayant une plus grande affinité avec l'eau stagnante ont été défavorisées, en particulier celles que l'on trouve dans les étangs, les mares, les tourbières, les eaux temporaires.

Faune piscicole

La majorité des espèces est restée stable (Annexe 3). Toutes les espèces présentant des déclin significatifs sont des espèces indigènes largement réparties dans les cours d'eau français. Il convient de noter que trois des cinq espèces ayant connu des augmentations significatives (*Pseudorasbora parva*, *Pachychilon pictum* et *Silurus glanis*) sont des espèces récemment introduites en France.

En ce qui concerne les traits fonctionnels, le résultat majeur est le déclin des modalités en lien avec la tolérance à la pollution de l'eau ou à la dégradation de l'habitat (substrat de frai, régime alimentaire, tolérance thermique...) (tableau 8). En outre, les espèces se nourrissant dans la colonne d'eau ont été plus touchées par les baisses d'abondance que les espèces benthiques qui n'ont pas montré de tendances temporelles significatives.

De nombreuses caractéristiques liées au cycle de vie ont également montré des tendances temporelles sur la période. En particulier, les espèces présentant une taille corporelle intermédiaire, une durée de vie moyenne ou longue, une fécondité élevée, une petite taille d'œuf et peu de soins parentaux aux œufs ou aux jeunes stades, ont montré un déclin significatif. Symétriquement, les espèces présentant une courte durée de vie et apportant des soins parentaux aux œufs et jeunes stades ont vu leur abondance augmenter. Le comportement migratoire a également été affecté, avec un déclin significatif des espèces potamodromes.

4. Discussion

L'exploitation du jeu de données multi-taxonomique, d'échelle nationale et couvrant une période de 20 ans, nous a permis d'analyser et d'interpréter la dynamique temporelle récente des caractéristiques taxonomiques et fonctionnelles de trois grands groupes d'organismes d'eau douce. Premièrement, nous avons observé une ré-oligotrophisation du milieu et une récupération consécutive de taxons sensibles à l'enrichissement trophique. Deuxièmement, nous avons identifié des réarrangements au sein des communautés, spécifiques au groupe considéré. La richesse taxonomique et fonctionnelle, l'indice de Shannon, la beta-diversité et les approches winners/losers ont été particulièrement efficaces pour détecter ces changements. Enfin, nous faisons l'hypothèse que les modifications observées résultent de changements structuraux survenus au niveau des biofilms, et dont les conséquences se répercutent aux niveaux trophiques supérieurs par le jeu des interactions producteurs-consommateurs.

a. Des changements environnementaux récents

Nos résultats ont confirmé une augmentation des taxons sensibles à l'eutrophisation corrélée à une diminution des taxons eutrophes et tolérants, ce qui est cohérent avec une tendance émergente observée d'oligotrophisation des eaux douces (Verbeek et al., 2017).

En ce qui concerne les diatomées, l'abondance des espèces mobiles, généralement eutrophes (Passy et al. 2007), a diminué alors que les espèces prostrées (low profile), capables de faire face aux limitations de ressources, ont proliféré. Les tendances temporelles des macroinvertébrés sont également cohérentes avec les améliorations observées de la qualité de l'eau en France au cours des deux dernières décennies. Nous avons observé en particulier un rétablissement significatif des taxons sensibles à la pollution tels que les Brachycentridae. Les changements fonctionnels des communautés de poissons ont également révélé un déclin de la tolérance et des traits eurytopiques (qualité de l'eau, préférences d'habitat et de régime alimentaire), comme déjà remarqué par Dézerald et al. 2020.

L'influence du réchauffement climatique dans nos résultats a été en revanche difficile à détecter. Aucun changement significatif des variables climatiques n'a été observé. Nous n'avons pas non plus noté de progression systématique des espèces d'eaux chaudes. Cependant, les tendances observées pour les préférences des macroinvertébrés vis-à-vis de la température suggèrent que les taxons spécialistes des eaux chaudes sont devenus de plus en plus abondants (augmentation des thermophiles sans changement des psychrophiles). Ceci est en contraste avec les résultats de van Looy et al. (2016) qui n'ont observé aucun changement dans la tolérance à la température des macroinvertébrés au cours des dernières décennies en France.

De plus concernant les macroinvertébrés, l'augmentation du polyvoltinisme et la diminution des espèces de grande taille indiquent une instabilité de l'habitat en termes de fréquence, d'amplitude, ou d'imprévisibilité des perturbations (Poff, 2010). L'abondance des espèces de poissons possédant la plupart des traits associés à la "stratégie périodique", c'est-à-dire une fécondité élevée, une durée de vie longue, une petite taille d'œuf, l'absence de soins parentaux (Winemiller et Rose, 1992), va dans ce sens également (Winemiller 2005). Plusieurs indices convergent donc vers l'hypothèse d'une instabilité croissante des conditions environnementales actuelles, comme signal potentiel du changement climatique (Poff, 2010).

b. L'évolution temporelle de la biodiversité dépend du groupe biologique considéré

Nous avons observé pour les communautés de diatomées et (dans une moindre mesure) de poissons une tendance à la baisse de la richesse taxonomique. Les communautés de macroinvertébrés en revanche présentent une dynamique très différente, caractérisée par une augmentation globale de la richesse taxonomique, de l'indice de Shannon et de la beta-diversité.

La littérature concernant la dynamique des communautés de diatomées dans les rivières au cours des dernières décennies est très rare (Alahuta, 2018), ce qui rend nos résultats difficiles à interpréter, mais d'autant plus significatifs. Les concentrations en nutriments sont connues pour influencer de manière significative la richesse relative des espèces de diatomées sensibles et tolérantes (Leboucher et al. 2019). L'oligotrophisation implique la perte des espèces généralistes qui sont de mauvaises compétitrices pour les ressources (Olden & Rooney, 2006 ; Bolnick et al., 2007). Cette exclusion compétitive tend à réduire la richesse spécifique (Mouillot et al., 2013) et explique par conséquent la diminution observée de la biodiversité des diatomées même si la qualité de l'eau s'est améliorée sur la période. Nos recherches antérieures ont démontré que les nutriments contrôlaient les patrons de distribution spatiale des espèces de diatomées sensibles et tolérantes (Leboucher et al. 2019), mais nous montrons ici que les nutriments peuvent également être responsables de la dynamique temporelle des diatomées.

Les tendances temporelles des communautés de poissons sont conformes à celles observées pour les diatomées, bien que moins marquées. Nos résultats semblent ainsi contredire plusieurs études qui observent plutôt une augmentation de la richesse spécifique locale, en particulier en France (voir par exemple Hitt et Roberts 2012, Daufresne et Boët 2007, Buisson et Grenouillet 2009, Maire et al 2018), suite à l'établissement d'un nombre croissant d'espèces non indigènes et à l'expansion spatiale d'espèces d'eaux chaudes ou tempérées. Même si les espèces montrant une augmentation d'abondance significative dans notre étude sont toutes non indigènes, nos résultats restent contradictoires. Quoi qu'il en soit, la relative stabilité des métriques de biodiversité des communautés de poissons pourrait s'expliquer par la longévité beaucoup plus importante de ces organismes, impliquant une dynamique s'exprimant sur de plus longues périodes.

Les tendances temporelles des communautés de macroinvertébrés diffèrent clairement de celles des diatomées et des poissons, avec en particulier une augmentation de la richesse taxonomique au cours de la période. Ces observations sont cohérentes avec une méta-analyse des tendances pluridécennales de la biodiversité en Europe (Pilotto et al. 2020), et avec des études antérieures menées en France (van Looy et al., 2016 ; Floury et al., 2018) pour lesquelles les auteurs postulent que la diversification des macroinvertébrés suite à l'amélioration de la qualité de l'eau a pu jusqu'à présent compenser l'impact du changement climatique. D'autres études (Floury et al. 2017, Haase et al., 2019, Vaughan & Gotelli, 2019) relient même directement l'augmentation de la diversité des communautés de macroinvertébrés à l'accroissement des températures.

c. Des modifications fonctionnelles significatives

Durant la vingtaine d'années couvertes par notre étude, nous n'avons pas détecté de tendance à l'augmentation de la température. En revanche nous pensons que le changement de structure des biofilms, dominés aujourd'hui par des diatomées de formes prostrées (low profile) est un résultat original et clé de notre étude, car cela peut avoir impacté les communautés des niveaux supérieurs selon la théorie de la cascade trophique (Carpenter et al. 1985 ; Brett & Goldman 1996). Les communautés de producteurs primaires constituent en effet une dimension de l'habitat aquatique en termes de composition des espèces et de ressources disponibles, et exercent à ce titre un contrôle sur l'herbivorie (Passy et Larson, 2019). La prédominance d'espèces prostrées implique un biofilm plus fin (Tall et al., 2006), favorisant les macroinvertébrés capables de se nourrir de diatomées fortement fixées au substrat (consommateurs de microphytes vivants, racleurs), ce qui conduit à des changements fonctionnels significatifs. Nous émettons également l'hypothèse que les modifications du biofilm conduisent à une diversification « bottom-up » des macroinvertébrés : l'ouverture de nouvelles niches (ressources) pour les herbivores de plus grande taille et les prédateurs de taille moyenne, a accru leur diversité (Van Looy et al. 2016 ; Floury et al. 2017). Enfin, nous avons observé en conséquence une augmentation significative des espèces de poissons insectivores (Wallace et Webster, 1996).

5. Conclusion

Le calcul de métriques liées à la biodiversité nous a permis de mettre en évidence des réarrangements d'espèces au sein des communautés étudiées. Les aspects fonctionnels ont quant à eux fourni des informations clés sur la nature de ces réarrangements. Nous avons pu émettre l'hypothèse de modifications du régime trophique des macroinvertébrés et des poissons liées aux changements structurels des biofilms. Il s'agit d'un résultat original, compte tenu de la littérature sur le sujet. Nous avons également observé une amélioration de la qualité de l'eau au cours de la période, du point de

vue de l'enrichissement trophique.

Les données biologiques acquises dans le cadre des programmes de surveillance de l'état écologique des cours d'eau semblent suffisamment solides pour pouvoir en extraire des métriques de biodiversité, taxonomiques comme fonctionnelles, fiables (convergence et cohérence des résultats obtenus pour les trois maillons étudiés). Nous pensons qu'il serait utile de poursuivre le suivi de la dynamique temporelle de la biodiversité des milieux aquatiques à l'aide du jeu de métriques utilisé ici, et sur différents maillons biologiques. Néanmoins, la dynamique temporelle des communautés ne peut pas être abordée exclusivement au travers du prisme des mesures de la biodiversité. Des marqueurs complémentaires (biovolumes, formes anormales) (Morin et al., 2016), plus sensibles aux pollutions toxiques, malheureusement en augmentation sur la période (Bernhardt et al., 2017), devraient être suivis de façon systématique afin de fournir une évaluation plus exhaustive des changements récents de la qualité de l'eau.

6. Table des illustrations

Figures

Figure 1 : Répartition spatiale et temporelle des échantillons analysés	9
---	---

Tableaux

Tableau 1 : Traits écologiques des diatomées	16
Tableau 2 : Traits écologiques et biologiques des macroinvertébrés	17
Tableau 3 : Traits écologiques et d'histoire de vie des poissons	20
Tableau 4 : Evolution temporelle des métriques de biodiversité	22
Tableau 5 : Evolution temporelle des variables environnementales	23
Tableau 6 : Evolution temporelle des traits diatomées	25
Tableau 7 : Evolution temporelle des traits macroinvertébrés	26
Tableau 8 : Evolution temporelle des traits poissons	29

Tableau 1 : Traits écologiques des diatomées

Trait	Modalité	Seuil
Acidity (<i>pH</i>)	Acidophilous	< 6.7
	Neutrophilous	≥ 6.7 - 7.3
	Alcalophilous	≥ 7.3 - 7.9
	Alcalobiontic	≥ 7.9
Mineralisation (<i>Conductivity, $\mu S.cm^{-1}$</i>)	Low	< 120
	Moderate	≥ 120 - 220
	Medium	≥ 220 - 600
	High	≥ 600 - 850
	Very high	≥ 850
Oxygen requirements (<i>Oxygen saturation, %</i>)	Low	< 83
	Moderate	≥ 83 - 91
	High	≥ 91 - 96
	Very high	≥ 96
Saprobity (<i>BOD5, $mg.L^{-1}$</i>)	Oligosaprobous	< 1.14
	Mesosaprobous	≥ 1.14 - 1.56
	β -mesosaprobous	≥ 1.56 - 2.14
	α -mesosaprobous	≥ 2.14 - 2.90
	Polysaprobous	≥ 2.90
Trophic state (<i>Orthophosphates, $mg.L^{-1}$</i>)	Oligotrophic	< 0.11
	Oligo-mesotrophic	≥ 0.11 - 0.16
	Mesotrophic	≥ 0.16 - 0.21
	Meso-eutrophic	≥ 0.21 - 0.30
	Eutrophic	≥ 0.30 - 0.43
	Eutro-hypereutrophic	≥ 0.43 - 0.56
	Hypereutrophic	≥ 0.56
	Organic nitrogen (<i>Organic nitrogen, $mg.L^{-1}$</i>)	N _{org} oligotrophic
N _{org} oligo-mesotrophic	≥ 0.57 - 0.73	
N _{org} mesotrophic	≥ 0.73 - 0.88	
N _{org} eutrophic	≥ 0.88 - 1.20	
N _{org} hypereutrophic	≥ 1.20	
Nitrates (<i>Nitrates, $mg.L^{-1}$</i>)	Oligonitrophilous	< 6.10
	Oligo-mesonitrophilous	≥ 6.10 - 10.64
	Mesonitrophilous	≥ 10.64 - 13.91
	Eunitrophilous	≥ 13.91 - 17.84
	Hypernitrophilous	≥ 17.84

Tableau 2 : Traits écologiques et biologiques des macroinvertébrés

Type de trait	Trait	Modalité
Trait biologique	Maximum potential size	≤ 0.25 cm
		> 0.25 - 5 cm
		> 0.5 - 1 cm
		> 1 - 2 cm
		> 2 - 4 cm
		> 4 - 8 cm
		> 8 cm
	Life-cycle duration	≤ 1 year
		> 1 year
	Voltinism	< 1
		1
		> 1
	Reproduction strategy	Ovoviviparity
		Isolated eggs, free
		Isolated eggs, cemented
		Clutches, free
		Clutches, cemented or fixed
		Clutches, in vegetation
		Clutches, terrestrial
		Asexual reproduction
	Dispersal strategy	Aquatic passive
		Aquatic active
		Aerial passive
		Aerial active
	Resistance form	Eggs, statoblasts
		Cocoons
		Housings against desiccation
		Diapause or dormancy
		None
	Respiration method	Tegument
		Gill
		Plastron
		Spiracle
		Hydrostatic vesicle
	Food consumed	Microorganisms
		Detritus < 1mm
		Dead plant ≥ 1mm
		Living microphytes
		Living macrophytes
		Dead animal ≥ 1mm
		Living microinvertebrates

		Living macroinvertebrates
		Vertebrates
	Feeding group	Absorber
		Deposit feeder
		Shredder
		Scraper
		Filter-feeder
		Piercer
		Predator
		Parasite
Trait écologique	Transversal distribution	River channel
		Banks, connected side-arms
		Ponds, pools, disconnected side-arms
		Marshes, peat bogs
		Temporary waters
		Lakes
		Groundwaters
	Longitudinal distribution	Crenon
		Epirithron
		Metarithron
		Hyporithron
		Epiptamon
		Metapotamon
		Estuary
		Outside river system
	Altitude	Lowlands (< 1000 m)
		Piedmont level (1000 – 2000 m)
		Alpine level (> 2000 m)
	Substrate	Flags, boulders, cobbles, pebbles
		Gravel
		Sand
		Silt
		Macrophytes
		Microphytes
		Twigs, roots
		Organic detritus, litter
		Mud
	Velocity preference	Null
		Slow
		Medium
		Fast
	Trophic level (preferendum)	Oligotrophic

		Mesotrophic
		Eutrophic
	Temperature (preferendum)	Psychrophilic
		Thermophilic
		Eurythermic
	Saprobity	Xenosaprobic
		Oligosaprobic
		α -mesosaprobic
		β -mesosaprobic
		Polysaprobic

Tableau 3 : Traits écologiques et d'histoire de vie des poissons

Type de trait	Trait	Modalité
Ecologique	Tolerance to oxygen depletion	Tolerant
		Intermediate
		Intolerant
	Temperature tolerance	Eurythermal
		Stenothermal
	Tolerance to habitat degradation	Tolerant
		Intermediate
		Intolerant
	Affinity to flow velocity (habitat)	Rheophilic
		Eurytopic
		Limnophilic
	Feeding Habitat	Water column
		Benthic
	Adult trophic guild	Detritivorous
		Herbivorous
		Insectivorous
		Omnivorous
		Parasitic
		Piscivorous
		Planktivorous
		Resident
		Potamodrom
	Reproductive guild	Long catadromous
		Long anadromous
		Lithophilic
		Ostracophilic
		Pelagophilic
		Phytophilic
		Phyto-lithophilic
		Viviparous
	Habitat spawning preferences	Ariadnophilic
		Rheopar
		Euryopar
	Reproductive behaviour	Limnopar
		Single
		Fractional
	Parental care	Protraced
		No protection
		Protection
Histoire de vie	Maximum total length	< 200 mm
		≥ 200 - < 800 mm

		≥ 800 mm
	Relative fecundity	< 5000 eggs
		$\geq 5000 - < 25000$ eggs
		≥ 25000 eggs
	Egg diameter	< 1.5 mm
		≥ 1.5 mm
	Lifespan	< 6 years
		$\geq 6 - < 15$ years
		≥ 15 years
	Status	Exotic
		Native

Tableau 4 : Evolution temporelle des métriques de biodiversité

Taxa	Index	No trend No. sites (%)	Decrease No. sites (%)	Increase No. sites (%)
Diatom	Taxonomic richness	94 (36.4)	151 (58.6)	13 (5.0)
	Shannon index	157 (60.8)	74 (28.7)	27 (10.5)
	Total beta-diversity	171 (66.3)	4 (1.5)	83 (32.2)
	Turnover	194 (75.2)	3 (1.2)	61 (23.6)
	Nestedness	258 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	Functional richness	108 (41.9)	137 (53.1)	13 (5.0)
	Functional evenness	236 (91.5)	15 (5.8)	7 (2.7)
	Functional dispersion	200 (77.5)	41 (15.9)	17 (6.6)
Macroinvertebrate	Taxonomic richness	99 (39.1)	23 (9.1)	131 (51.8)
	Shannon index	200 (79.0)	24 (9.5)	29 (11.5)
	Total beta-diversity	201 (79.4)	5 (2.0)	47 (18.6)
	Turnover	225 (88.9)	6 (2.4)	22 (8.7)
	Nestedness	174 (68.8)	26 (10.3)	53 (20.9)
	Functional richness	250 (98.8)	0 (0.0)	3 (1.2)
	Functional evenness	212 (83.8)	25 (9.9)	16 (6.3)
	Functional dispersion	229 (90.5)	10 (4.0)	14 (5.5)
Fish	Taxonomic richness	168 (75.7)	35 (15.8)	19 (8.5)
	Shannon index	190 (85.6)	19 (8.5)	13 (5.9)
	Total beta-diversity	165 (74.3)	4 (1.8)	53 (23.9)
	Turnover	189 (85.1)	3 (1.4)	30 (13.5)
	Nestedness	171 (77.0)	26 (11.7)	25 (11.3)
	Functional richness	172 (77.5)	32 (14.4)	18 (8.1)
	Functional evenness	202 (91.0)	8 (3.6)	12 (5.4)
	Functional dispersion	196 (88.3)	12 (5.4)	14 (6.3)

Tableau 5 : Evolution temporelle des variables environnementales

Taxa	Environmental parameter	No trend No. sites (%)	Decrease No. sites (%)	Increase No. sites (%)
Diatom	Specific conductance	198 (76.8)	31 (12.0)	29 (11.2)
	Biological oxygen demand	98 (38.0)	160 (62.0)	0 (0.0)
	Ammonium	153 (59.3)	99 (38.4)	6 (2.3)
	Nitrite	181 (70.2)	73 (28.3)	4 (1.5)
	Nitrate	214 (82.9)	3 (1.2)	41 (15.9)
	Dissolved oxygen concentration	182 (70.5)	8 (3.1)	68 (26.4)
	Orthophosphate	115 (44.6)	141 (54.6)	2 (0.8)
	Total phosphorus	99 (38.4)	140 (54.2)	19 (7.4)
	pH	167 (64.7)	26 (10.1)	65 (25.2)
	Dissolved oxygen saturation	182 (70.5)	19 (7.4)	57 (22.1)
	Cumulative solid and liquid precipitations	244 (94.6)	13 (5.0)	1 (0.4)
	Mean air temperatures	253 (98.1)	5 (1.9)	0 (0.0)
	Minimum air temperatures	253 (98.1)	5 (1.9)	0 (0.0)
	Maximum air temperatures	255 (98.8)	0 (0.0)	3 (1.2)
Macroinvertebrate	Specific conductance	187 (73.9)	26 (10.3)	40 (15.8)
	Biological oxygen demand	102 (40.3)	148 (58.5)	3 (1.2)
	Ammonium	126 (49.8)	126 (49.8)	1 (0.4)
	Nitrite	162 (64.0)	89 (35.2)	2 (0.8)
	Nitrate	206 (81.4)	17 (6.7)	30 (11.9)
	Dissolved oxygen concentration	225 (88.9)	20 (7.9)	8 (3.2)
	Orthophosphate	134 (53.0)	118 (46.6)	1 (0.4)
	Total phosphorus	89 (35.2)	164 (64.8)	0 (0.0)
	pH	188 (74.3)	15 (5.9)	50 (19.8)
	Dissolved oxygen saturation	214 (84.6)	18 (7.1)	21 (8.3)
	Cumulative solid and liquid precipitations	246 (97.2)	5 (2.0)	2 (0.8)
	Mean air temperatures	236 (93.3)	15 (5.9)	2 (0.8)
	Minimum air temperatures	248 (98.0)	3 (1.2)	2 (0.8)
	Maximum air temperatures	247 (97.6)	0 (0.0)	6 (2.4)
Fish	Specific conductance	132 (59.5)	61 (27.5)	29 (13.0)
	Biological oxygen demand	100 (45.0)	119 (53.6)	3 (1.4)
	Ammonium	132 (59.5)	84 (37.8)	6 (2.7)
	Nitrite	138 (62.2)	77 (34.7)	7 (3.1)
	Nitrate	149 (67.1)	34 (15.3)	39 (17.6)

	Dissolved oxygen concentration	176 (79.3)	16 (7.2)	30 (13.5)
	Orthophosphate	113 (50.9)	107 (48.2)	2 (0.9)
	Total phosphorus	95 (42.8)	127 (57.2)	0 (0.0)
	pH	161 (72.5)	20 (9.0)	41 (18.5)
	Dissolved oxygen saturation	172 (77.5)	28 (12.6)	22 (9.9)
	Cumulative solid and liquid precipitations	197 (88.7)	25 (11.3)	0 (0.0)
	Mean air temperatures	217 (97.8)	4 (1.8)	1 (0.4)
	Minimum air temperatures	212 (95.5)	6 (2.7)	4 (1.8)
	Maximum air temperatures	209 (94.1)	2 (0.9)	11 (5.0)

Tableau 6 : Evolution temporelle des traits diatomées (stable : = ; Diminution : ↓ ; Augmentation : ↑ ; N.C. : non calculé)

Trait	Modalité	Evolution	p-value
Acidity	Acidophilous	=	0.582
	Neutrophilous	=	0.828
	Alcalophilous	↓	0.002
	Alcalobiontic	↑	0.002
Mineralisation	Low	↑	0.022
	Moderate	↓	0.002
	Medium	↑	0.002
	High	↓	0.048
	Very high	↓	0.002
Oxygen requirements	Low	↓	0.048
	Moderate	↓	0.002
	High	↑	0.002
	Very high	↑	0.038
Saprobity	Oligosaprobous	↑	0.004
	Mesosaprobous	=	0.072
	β-mesosaprobous	↓	0.002
	α-mesosaprobous	↓	0.002
	Polysaprobous	N.C.	N.C.
Trophic state	Oligotrophic	↑	0.018
	Oligo-mesotrophic	N.C.	N.C.
	Mesotrophic	=	0.428
	Meso-eutrophic	=	0.228
	Eutrophic	=	0.626
	Eutro-hypereutrophic	↓	0.004
	Hypereutrophic	↓	0.002
Organic nitrogen	N _{org} oligotrophic	=	0.144
	N _{org} oligo-mesotrophic	↑	0.006
	N _{org} mesotrophic	↓	0.006
	N _{org} eutrophic	↓	0.002
	N _{org} hypereutrophic	↓	0.038
Nitrates	Oligonitrophilous	↑	0.002
	Oligo-mesonitrophilous	=	0.118
	Mesonitrophilous	↓	0.042
	Eunitrophilous	N.C.	N.C.
	Hypernitrophilous	N.C.	N.C.
Guilds	Low profil	↑	0.002
	High profil	=	0.636
	Motile	↓	0.002
	Planktonic	↓	0.002

Tableau 7 : Evolution temporelle des traits macroinvertébrés (stable : = ; Diminution : ↓ ; Augmentation : ↑ ; N.C. : non calculé)

Trait	Modalité	Evolution	p-value
Maximum potential size	≤ 0.25 cm	=	0.384
	> 0.25 – 0.5 cm	↑	0.004
	> 0.5 - 1 cm	↓	0.014
	> 1 - 2 cm	↓	0.002
	> 2 - 4 cm	=	0.100
	> 4 - 8 cm	=	0.280
	> 8 cm	↓	0.002
Life-cycle duration	≤ 1 year	↓	0.010
	> 1 year	↑	0.010
Voltinism	< 1	N.C.	N.C.
	1	=	0.102
	> 1	↑	0.036
Reproduction strategy	Ovoviviparity	↑	0.002
	Isolated eggs, free	=	0.210
	Isolated eggs, cemented	=	0.192
	Clutches, free	=	0.080
	Clutches, cemented or fixed	=	0.934
	Clutches, in vegetation	↓	0.002
	Clutches, terrestrial	=	0.078
	Asexual reproduction	=	0.160
	Dispersal strategy	Aquatic passive	=
Aquatic active		=	0.958
Aerial passive		=	0.082
Aerial active		=	0.714
Resistance form	Eggs, statoblasts	=	0.112
	Cocoons	N.C.	N.C.
	Housings against desiccation	↑	0.006
	Diapause or dormancy	=	0.136
	None	↑	0.050
Respiration method	Tegument	↓	0.002
	Gill	↑	0.002
	Plastron	↑	0.002
	Spiracle	=	0.250
	Hydrostatic vesicle	N.C.	N.C.
Food consumed	Microorganisms	=	0.088
	Detritus < 1mm	=	0.910
	Dead plant ≥ 1mm	=	0.088

	Living microphytes	↑	0.002
	Living macrophytes	=	0.864
	Dead animal ≥ 1mm	=	0.200
	Living microinvertebrates	=	0.274
	Living macroinvertebrates	↓	0.002
	Vertebrates	↓	0.002
Feeding group	Absorber	N.C.	N.C.
	Deposit feeder	↓	0.028
	Shredder	↑	0.036
	Scraper	↑	0.030
	Filter-feeder	=	0.288
	Piercer	↓	0.002
	Predator	↓	0.002
	Parasite	↓	0.012
	Transversal distribution	River channel	↑
Banks, connected side-arms		↑	0.002
Ponds, pools, disconnected side-arms		↓	0.002
Marshes, peat bogs		↓	0.004
Temporary waters		↓	0.006
Lakes		↓	0.002
Groundwaters		=	0.344
Longitudinal distribution		Crenon	=
	Epirithron	=	0.678
	Metarithron	=	0.982
	Hyporithron	=	0.954
	Epipotamon	=	0.556
	Metapotamon	=	0.072
	Estuary	↑	0.002
	Outside river system	↓	0.002
Altitude	Lowlands	=	0.652
	Piedmont level	=	0.424
	Alpine level	=	0.112
Substrate (preferendum)	Flags, boulders, cobbles, pebbles	↑	0.042
	Gravel	↑	0.006
	Sand	=	0.126
	Silt	=	0.146
	Macrophytes	↓	0.002
	Microphytes	=	0.844
	Twigs, roots	=	0.264
	Organic detritus, litter	=	0.450
	Mud	↓	0.014

Velocity preference	Null	↓	0.002
	Slow	↑	0.016
	Medium	↑	0.004
	Fast	=	0.930
Trophic level (preferendum)	Oligotrophic	↑	0.002
	Mesotrophic	=	0.140
	Eutrophic	↓	0.002
Temperature (preferendum)	Psychrophilic	=	0.126
	Thermophilic	↑	0.002
	Eurythermic	↓	0.002
Saprobity	Xenosaprobic	=	0.364
	Oligosaprobic	↑	0.002
	α-mesosaprobic	↓	0.002
	β-mesosaprobic	=	0.816
	Polysaprobic	=	0.382

Tableau 8 : Evolution temporelle des traits poissons (stable : = ; Diminution : ↓ ; Augmentation : ↑ ; N.C. : non calculé)

Trait	Modalité	Evolution	p-value
Tolerance to oxygen depletion	Tolerant	↓	0.010
	Intermediate	↓	0.006
	Intolerant	↑	0.004
Temperature tolerance	Eurythermal	↓	0.002
	Stenothermal	↑	0.002
Tolerance to habitat degradation	Tolerant	↓	0.002
	Intermediate	N.C.	N.C.
	Intolerant	↑	0.002
Affinity to flow velocity (habitat)	Rheophilic	=	0.330
	Eurytopic	↓	0.008
	Limnophilic	↑	0.050
Feeding Habitat	Water column	↓	0.006
	Benthic	↑	0.006
Adult trophic guild	Detritivorous	=	0.788
	Herbivorous	=	0.320
	Insectivorous	↑	0.004
	Omnivorous	↓	0.002
	Parasitic	=	0.680
	Piscivorous Planktivorous	N.C. ↓	N.C. 0.046
Migration guild	Resident	↑	0.002
	Potamodrom	↓	0.002
	Long catadromous	=	0.534
	Long anadromous	=	0.656
Reproductive guild	Lithophilic	↑	0.004
	Ostracophilic	=	0.070
	Pelagophilic	=	0.534
	Phytophilic	=	0.354
	Phyto-lithophilic	↓	0.002
	Viviparous Ariadnophilic	= N.C.	0.714 N.C.
Habitat spawning preferences	Rheopar	=	0.328
	Euryopar	↓	0.020
	Limnopar	=	0.348
Reproductive behaviour	Single	↑	0.034
	Fractional	↓	0.006
	Protraced	=	0.866
Parental care	No protection	↓	0.002

	Protection	↑	0.002
Maximum total length	Small	↑	0.002
	Intermediate	↓	0.002
	Large	=	0.068
Relative fecundity	Low	↑	0.002
	Intermediate	=	0.152
	High	↓	0.012
Egg diameter	Small	↓	0.004
	Large	↑	0.002
Lifespan	Short	↑	0.002
	Intermediate	↓	0.002
	Long	↓	0.002
Status	Exotic	=	0.602
	Native	=	0.602

7. Bibliographie

AFNOR, 2004. Qualité de l'eau – Détermination de l'indice poissons rivières (IPR). Association française de normalisation, Norme T90-344.

AFNOR, 2004. Qualité de l'eau - Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN). Association française de normalisation, Norme NF 90 T-350

AFNOR, 2016. Qualité de l'eau – Échantillonnage, traitement et analyse de diatomées benthiques en cours d'eau et canaux. Association française de normalisation, Norme NF 90 T-354.

AFNOR, 2016. Qualité de l'eau - Prélèvement des macroinvertébrés aquatiques en rivières peu profondes. Association française de normalisation, Norme NF 90 T-333

AFNOR, 2020. Qualité de l'eau - Analyse d'échantillons contenant des macroinvertébrés de cours d'eau, canaux et plans d'eau - Qualité de l'eau - Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macroinvertébrés de cours d'eau. Association française de normalisation, Norme NF 90 T-388

Alahuhta, J., Erős T., Kärnä, O., Soininen, J., Wang, J., Heino, J., 2019. Understanding Environmental Change through the Lens of Trait-Based, Functional, and Phylogenetic Biodiversity in Freshwater Ecosystems. *Environmental Reviews* 27(2): 263-73. <https://doi.org/10.1139/er-2018-0071>.

Baselga, A., 2010. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19: 134-143. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2009.00490.x>.

Bergerot B., Hugueny B., Belliard J., 2013. When Local Extinction and Colonization of River Fishes Can Be Predicted by Regional Occupancy: the Role of Spatial Scales. *Plos One*, 8(12): e84138. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084138>

Bernhardt, E. S., Rosi, E. J., Gessner, M. O., 2017. Synthetic chemicals as agents of global change. *Frontiers in Ecology and the Environment*. 15: 84-90. <https://doi.org/10.1002/fee.1450>

Blowes, S. A., Supp, S. R., Antão, L. H., Bates, A., Bruelheide, H., Chase, J. M., Dornelas, M., 2019. The geography of biodiversity change in marine and terrestrial assemblages. *Science*, 366(6463): 339-345.

Bolnick, D. I., Svanbäck, R., Araújo, M. S., Persson, L., 2007. Comparative support for the niche variation hypothesis that more generalized populations also are more heterogeneous. *Proceedings of the National Academy of Sciences (USA)*, 104 : 10075-10079. <https://doi.org/10.1073/pnas.0703743104>

Bourai L., Logez M., Laplace-Treytore C., Argillier C., 2020. How Do Eutrophication and Temperature Interact to Shape the Community Structures of Phytoplankton and Fish in Lakes? *Water*, 12(3):779 <https://doi.org/10.3390/w12030779>

Brett, M. T., and Goldman, C.R., 1996. A meta-analysis of the freshwater trophic cascade. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 93: 7723-7726.

Brook B.W., Sodhi N.S., Bradshaw C.J. 2008. Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in Ecology and Evolution*, 23(8):453-60. doi: 10.1016/j.tree.2008.03.011

Buisson, L., Grenouillet, G., Villéger, S., Canal, J., and Laffaille, P., 2013. Toward a loss of functional diversity in stream fish assemblages under climate change. *Global Change Biology*, 19, 387-400. <https://doi.org/10.1111/gcb.12056>

Carayon, D., Tison-Rosebery, J., Delmas, F., 2019. Defining a new autoecological trait matrix for French stream benthic diatoms, *Ecological Indicators*, 103 : 650-658, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.03.055>

Carpenter, S. R., Kitchell, J.F. and Hodgson, J.R., 1985. Cascading Trophic Interactions and Lake Productivity. *BioScience* [American Institute of Biological Sciences, Oxford University

Press] 35: 634–639.

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., A., Pringle, R.M., Palmer, T.M., 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1(5): e1400253. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1400253>.

Clavel, J., Julliard, R., Devictor, V., 2011. Worldwide decline of specialist species: Toward a global functional homogenization? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9: 222-228. <https://doi.org/10.1890/080216>

Cook, S. C., Housley, L., J.A., King, R.S., 2018. Freshwater Eutrophication Drives Sharp Reductions in Temporal Beta Diversity. *Ecology*, 99(1): 47-56. <https://doi.org/10.1002/ecy.2069>.

Daufresne, M., and Boët, P., 2007. Climate change impacts on structure and diversity of fish communities in rivers. *Global Change Biology*, 13: 2467-2478.

Dézerald. O., Mondy, C.P., Dembski, S., Kreutzenberger, K., Reyjol, Y., Chandesris, A., Valette, L., Brosse, S., Toussaint, A., Belliard, J., Merg, M.L., Usseglio-Polatera, P., 2020. A diagnosis-based approach to assess specific risks of river degradation in a multiple pressure context: insights from fish communities. *Science of the Total Environment*, 734: 10.1016/j.scitotenv.2020.139467

Domisch, S., Jahnig, S.C., Haase, P., 2011. Climate-change winners and losers: stream macroinvertebrates of a submontane region in Central Europe. *Freshwater Biology*, 56: 2009-2020.

Dornelas, M., Gotelli, N.J., McGill, B., Shimadzu, H., Moyes, F., C., A.E., 2014. Assemblage Time Series Reveal Biodiversity Change but Not Systematic Loss. *Science* 344(6181): 296-299. <https://doi.org/10.1126/science.1248484>.

Dray, S., Blanchet, G., Borcard, D., Clappe, S., Guenard, G., Jombart, T., Larocque, G., Legendre, P., Madi, N., Wagner, H.H., 2018. *adespatial*: Multivariate Multiscale Spatial Analysis. R package version 0.1-1. <https://CRAN.R-project.org/package=adespatial>

Dray, S., Bauman, D., G., D., S., Guenard, G., T., Larocque, G., Legendre, P., N., Wagner, H.H., 2019. *adespatial*: Multivariate Multiscale Spatial Analysis. R package version 0.3-7.

Dudgeon, D., A. H. Arthington, M. O. Gessner, Z.-I. Kawabata, D. J. Knowler, C. Lévêque, R. J. Naiman, A.-H. Prieur-Richard, D. Soto, M. L. J. Stiassny, & C. A. Sullivan, 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* John Wiley & Sons, Ltd 81: 163-182.

E., M. Sondergaard, J.P. Jensen, K.E. Havens, O. Anneville, L. Carvalho, M.F. Coveney, R. Deneke, M.T. Dokulil, B. Foy, D. Gerdeaux, S.E. Hampton, S. Hilt, K. Kangur, J. Kohler, E. Lammens, T.L. Lauridsen, M. Manca, M.R. Miracle, B. Moss, P. Noges, G. Persson, G. Phillips, R. Portielje, C.L. Schelske, D. Straile, I. Tatrai, E. Willen, M. Winder., 2005. Lake responses to reduced nutrient loading - an analysis of contemporary long-term data from 35 case studies. *Freshwater Biology*, 50: 1747-1771.

Ellis, E. and Ramankutty, N., 2008. Putting People in the Map: Anthropogenic Biomes of the World. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6: 439-447. 10.1890/070062.

Elser, J. J., M. E.S. Bracken, E. E. Cleland, D. S. Gruner, W. S. Harpole, H. Hillebrand, J.E. W. Seabloom, J. B. Shurin, J. E. Smith, 2007. Global analysis of nitrogen and phosphorus limitation of primary producers in freshwater, marine and terrestrial ecosystems. *Ecology Letters* 10(12): 1135-1142. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01113.x>.

Engel, F. G., B., Eriksson, B.K., 2020. A heatwave increases turnover and regional dominance in microbenthic metacommunities. *Basic and Applied Ecology* 47: 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.03.003>.

European Parliament. Directive 2000/60/EC, 2000. DCE, Framework Directive of the European Parliament and the Council of 23 October 2000. *European Official Journal*. http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en

Flaim, G., Eccel, E., Zeileis, A., Toller, G., Cerasino, L., Obertegger, U., 2016. Effects of re-

- oligotrophication and climate change on lake thermal structure. *Freshwater Biology* 61(10): 1802-14. <https://doi.org/10.1111/fwb.12819>.
- Floury, M., Usseglio-Polatera, P., Delattre, C., Souchon, Y., 2017. Assessing long-term effects of multiple, potentially confounded drivers in ecosystems from species traits. *Global Change Biology*, 23(6): 2297-2307. <https://doi.org/10.1111/gcb.13575>.
- Floury, M., Souchon, Y., Van Looy, K., 2018. Climatic and trophic processes drive long-term changes in functional diversity of freshwater invertebrate communities. *Ecography*, 41(1): 209-218. <https://doi.org/10.1111/ecog.02701>.
- Froese, R. and Pauly, D. (eds), 2010. FishBase. <http://www.fishbase.org>
- Gossner, M. M., S., Lange, M., E., Türke, M., Wiegand, K., Weisser, W.W., 2013. The importance of heterogeneity revisited from a multiscale and multitaxa approach. *Biological Conservation*, 166: 212-20. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.06.033>.
- Gurevitch, J., and Padilla, D.K., 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *Trends in Ecology and Evolution*, 19(9): 470-74. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2004.07.005>
- Heino, J., 2013. The importance of metacommunity ecology for environmental assessment research in the freshwater realm. *Biological Reviews* 88: 166–178.
- Heino, J., Virkkala, R., Toivonen, H., 2009. Climate change and freshwater biodiversity: detected patterns, future trends and adaptations in northern regions. *Biological Reviews* 84: 39–54.
- Henderson P.A. and Magurran A.E. 2014. Direct evidence that density-dependent regulation underpins the temporal stability of abundant species in a diverse animal community. *Proceedings of Royal Society*, 281:20141336.
- Hillebrand, H., Blasius, B., E.T., Chase, J.M., Downing, J.A., Eriksson, B.K., Filstrup, C.T., 2018. Biodiversity change is uncoupled from species richness trends: consequences for conservation and monitoring. *Journal of Applied Ecology*, 55(1): 169-184. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12959>.
- Hillebrand, H., D.S., E.T., Bracken, M.E.S., Cleland, E.E., J.J., W.S. et al., 2007. Consumer versus resource control of producer diversity depends on ecosystem type and producer community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104(26): 10904. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701918104>.
- Hitt N.P., Roberts J.H., 2012. Hierarchical spatial structure of stream fish colonization and extinction. *Oikos*, 121: 127-137.
- IUCN. 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. Available at www.iucnredlist.org
- Jenkins M., 2003. Prospects for biodiversity. *Science*, 302: 1175-1177.
- Jeppesen E., Sondergaard M., Jensen J.P., Havens K.E., Anneville O., Carvalho L. et al., 2005. Lake responses to reduced nutrient loading – an analysis of contemporary long-term data from 35 case studies. *Freshwater Biology*, 50, 1747-1771.
- Jeppesen, E., Moss, B., Bennion, H., L., DeMeester, L., Feuchtmayr, H., Friberg, N., Gessner, M.O., Hefting, M., Lauridsen, T.L., Liboriussen, L., Malmquist, H.J., May, L., Meerhoff, M., Olafsson, J.S., Soons, M.B., Verhoeven, J.T.A., 2010. Interaction of climate change and eutrophication. in: *climate change impacts on freshwater ecosystems*, Wiley-Blackwell, p. 119-151.
- Jeppesen, E., Meerhoff, M., Holmgren, K. et al., 2010. Impacts of climate warming on lake fish community structure and potential effects on ecosystem function. *Hydrobiologia*, 646 : 73-90. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0171-5>
- Jeppesen, E., Søndergaard, M., Jensen, J.P., Havens, K.E., Anneville, O., Carvalho, L., Coveney, M.F., Deneke, R., Dokulil, M.T., Foy, B., Gerdeaux, D., Hampton, S.E., Hilt, S., Kangur, K., Köhler, J., Lammens, E.H., Lauridsen, T.L., Manca, M., Miracle, M.R., Moss, B., Nöges, P., Persson, G., Phillips, G., Portielje, R., Romo, S., Schelske, C.L., Straile, D., Tatrai, I., Willén, E. And Winder, M., 2005. Lake responses to reduced nutrient loading – an

- analysis of contemporary long-term data from 35 case studies. *Freshwater Biology*, 50: 1747-1771. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2005.01415.x>
- Korhonen, J. J., Soininen, J., Hillebrand, H., 2010. A quantitative analysis of temporal turnover in aquatic species assemblages across ecosystems. *Ecology*, 91: 508-17. <https://doi.org/10.1890/09-0392.1>.
- Krammer, K., and Lange-Bertalot, H., 1986-1991. *Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Stuttgart, Germany: Gustav Fisher Verlag.
- Kuczynski, L., Legendre, P., Grenouillet, G., 2018. Concomitant impacts of climate change, fragmentation and non-native species have led to reorganization of fish communities since the 1980s. *Global Ecology and Biogeography*, 27: 213-222 <https://doi.org/10.1111/geb.12690>
- Laliberté, E., Legendre, P., 2010. A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. *Ecology*, 91:299-305.
- Lange-Bertalot, H., 1995-2015. *Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs*. K € onigstein: Koeltz Scientific Books.
- Lange-Bertalot, H., 2000-2013. *Diatoms of Europe — Diatoms of the European inland waters and comparable habitats*. K € onigstein: Koeltz Scientific Books.
- Leboucher, T., Budnick, W. R., Passy, S. I., Boutry, S., Jamoneau, A., Soininen, J., Tison-Rosebery, J., 2019. Diatom β -diversity in streams increases with spatial scale and decreases with nutrient enrichment across regional to sub-continental scales. *Journal of Biogeography*, 46(4):, 734-744. <https://doi.org/10.1111/jbi.13517>
- Lecointe, C., Coste, M., Prygiel, J., 1993. “ Omnidia ” : Software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia*, 269-270: 509-513.
- Leprieur, F., Beauchard, O., Blanchet, S., Oberdorff, T., Brosse, S., 2008. Fish invasions in the world’s river systems: when natural processes are blurred by human activities. *Plos Biology*, 6: 2940– 2940.
- Logez M., Bady P., Melcher A., Pont D., 2013. A continental-scale analysis of fish assemblage functional structure in European rivers. *Ecography* 36: 80–91.
- Magurran, A. E., Dornelas, M., Moyes, F., Henderson, P.A., 2019. Temporal β diversity - A macroecological perspective. *Global Ecology and Biogeography*, 28(12): 1949-60. <https://doi.org/10.1111/geb.13026>.
- Maire, A., Thierry, E., Viechtbauer, W., Daufresne, M., 2019. Poleward shift in large-river fish communities detected with a novel meta-analysis framework. *Freshwater Biology*, 64: 1143-1156. <https://doi.org/10.1111/fwb.13291>
- Mason, N. W. H., Mouillot, D., Lee, W. G. & Wilson, J. B., 2005. Functional richness, functional evenness and functional divergence: the primary components of functional diversity. *Oikos*, 111: 112-118.
- Minaudo, C., M. Meybeck, F. Moatar, N. Gassama, F. Curie, 2015. Eutrophication mitigation in rivers: 30 years of trends in spatial and seasonal patterns of biogeochemistry of the Loire River (1980–2012). *Biogeosciences*, 12:2549–2563.
- Mondy, C. P., Villeneuve, B., Archambault, V., Usseglio-Polatera, P., 2012. A new macroinvertebrate-based multimetric index (I2M2) to evaluate ecological quality of French wadeable streams fulfilling the WFD demands: A taxonomical and trait approach. *Ecological Indicators* 18: 452-467.
- Morin, S., Gómez, N., Ternes, E., Licursi, M., Tison-Rosebery, J., 2016. Benthic Diatom Monitoring and Assessment of Freshwater Environments: Standard Methods and Future Challenges. In “Aquatic Biofilms: Ecology, Water Quality and Wastewater Treatment.” Romani, A.M., Guasch, H., Balaguer, M.D. (Ed.), Caister Academic Press, Norfolk, U.K., P. 111-124.
- Mouillot, D., Graham, N. A., Villéger, S., Mason, N. W., & Bellwood, D. R., 2013. A functional approach reveals community responses to disturbances. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(3): 167-177.

- Mouton, T. L., Tonkin, J.D., Stephenson, F., Verburg, P., Flourey, M., 2020. Increasing climate-driven taxonomic homogenization but functional differentiation among river macroinvertebrate assemblages. *Global Change Biology* 26(12): 6904-15. <https://doi.org/10.1111/gcb.15389>
- Oksanen, J., Blanchet, G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs, E., Wagner, H., 2018. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.4-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Oksanen, J., F. Blanchet, G., Friendly, M., Kindt, R., Legendre, P., McGlinn, D., Minchin, P.R., O'Hara, R.B., Simpson, G.L., Solymos, P., Stevens, M.H.H., Szoecs E., Wagner H., 2019. *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.5-6. <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- Olden, J.D., Poff, N.L., Douglas, M.R., Douglas, M.E., Fausch, K.D., 2004. Ecological and evolutionary consequences of biotic homogenization. *Trends in Ecology and Evolution*, 1: 18-24.
- Olden, J. D., & Rooney, T. P. (2006). On defining and quantifying biotic homogenization. *Global Ecology and Biogeography*, 15, 113– 120. <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2006.00214.x>
- Passy, S. I., 2007. Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters. *Aquatic Botany*, 86: 171-178.
- Passy, S.I. and Larson, C.A., 2019. Niche dimensionality and herbivory control stream algal biomass via shifts in guild composition, richness, and evenness. *Ecology*, 100(11):1-14.
- Paulsen, S.G., Mayo, A., Peck, D.V., Stoddard, J.L., Tarquinio, E., Holdsworth, S.M., 2008. Condition of stream ecosystems in the US: an overview of the first national assessment. *Journal of the north american Benthological society*, 27(4): 812-821.
- Pilotto, F., Kühn, I., R., Alber, R., Alignier, A., Andrews, C., Bäck, J. et al., 2020. Meta-analysis of multidecadal biodiversity trends in europe. *Nature Communications*, 11(1): 3486. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17171-y>.
- Poff, N.L., Pyne, M.I., Bledsoe, B.P., Cuhacyan, C.C., Carlisle, D.M., 2010. Developing linkages between species traits and multiscaled environmental variation to explore vulnerability of stream benthic communities to climate change. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(4):1441-1458.
- Pomati, F., Matthews, B., Jokela, J., Schildknecht, A., Ibelings, B. W., 2012. Effects of re-oligotrophication and climate warming on plankton richness and community stability in a deep mesotrophic lake. *Oikos*, 121(8): 1317-1327. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.20055.x>
- Poulet, N., Beaulaton, L., Dembski, S., 2011. Time trends in fish populations in metropolitan france: insights from national monitoring data. *Journal of Fish Biology*, 79(6): 1436-52. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2011.03084.x>
- R Core Team, 2019. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <http://www.R-project.org/>
- Ricciardi A. and Rasmussen J.B., 1999. Extinction rates of North American freshwater fauna. *Conservation Biology*, 13: 1220-1222.
- Rosenzweig, M.L., 1995. *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, New York. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511623387>
- Rosset, V., Lehmann, A., Oertli, B., 2010. Warmer and richer? Predicting the impact of climate warming on species richness in small temperate waterbodies: pond species richness under climate warming. *Global Change Biology*, 16(8): 2376-87. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2010.02206.x>
- Tall, L. A. Cattaneo, L. Cloutier, S. Dray, P. Legendre, 2006. Resource partitioning in a grazer guild feeding on a multilayer diatom mat. *Journal of the North American Benthological*

Society, 25: 800-810.

Turak, E., Harrison, I., Dudgeon, D., Abell, R., Bush, A., Darwall, W., Finlayson, C.M., Ferrier, S., Freyhof, J., Hermoso, V., Juffe-Bignoli, D., Linke, S., Nel, J., Patricio, H.V., Pittock, J., Raghavan, R., Revenga, C., Simaika, J., De Wever, P.A., 2017. Essential Biodiversity Variables for measuring change in global freshwater biodiversity, *Biological Conservation*, 213: 272-279, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.005>

Usseglio-Polatera, P., Richoux, P., Bournaud, M., Tachet, H., 2001. A functional classification of benthic macroinvertebrates based on biological and ecological traits: application to river condition assessment and stream management. *Archiv für Hydrobiologie, Supplementband 139*: 53-83.

Van Looy, K., Piffady, J., Floury, M., 2017. at what scale and extent environmental gradients and climatic changes influence stream invertebrate communities? *Science of The Total Environment*, 580: 34-42. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.12.009>.

Van Looy, K., Floury, M., Ferréol, M., Prieto-Montes, M., Souchon, Y., 2016. Long-term changes in temperate stream invertebrate communities reveal a synchronous trophic amplification at the turn of the millennium. *Science of The Total Environment*, 565: 481-88. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.04.193>.

Verbeek, L. et al. 2018. Warming and oligotrophication cause shifts in freshwater phytoplankton communities. *Global Change Biology*, 24: 4532–4543.

Vidal, J.-P., Martin, E., Franchistéguy, L., Baillon, M., Soubeyrou, J.-M., 2010. A 50-year high-resolution atmospheric reanalysis over France with the Safran system. *International Journal of Climatology*, 30(11): 1627– 1644.

Villéger, Sébastien, Gaël Grenouillet, et Sébastien Brosse. « Functional Homogenization Exceeds Taxonomic Homogenization among European Fish Assemblages: Change in Functional β -Diversity ». *Global Ecology and Biogeography* 23, n° 12 (décembre 2014): 1450-60. <https://doi.org/10.1111/geb.12226>.

Villéger, S., Mason, N.W.H., Mouillot, D., 2008. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. *Ecology* 89(8): 2290-2301. <https://doi.org/10.1890/07-1206.1>.

Villéger, S., Blanchet, S., Beauchard, O., Oberdorff, T., Brosse, S., 2011. Homogenization patterns of the world's freshwater fish faunas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108: 18003-18008. <https://doi.org/10.1073/pnas.1107614108>

Wiens J.J., 2016. Climate-related local extinctions are already widespread among plant and animal species. *Plos Biology*, 14(12).

Winemiller K.O. and Rose K.A., 1992. Patterns of life-history diversification in North American fishes: implications for population regulation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49: 2196-2218.

Winemiller, K.O., 2005. Life history strategies, population regulation, and their implications for fisheries management. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 62: 872-885.

8. Annexes

Annexe 1 : Evolution temporelle des espèces de diatomées (= : stable ; ↓ : diminution ; ↑ : augmentation ; N.C. : non calculé)

Species name	Species occ. (%)	Evolution	Slope	Two-sided test
<i>Achnanthes acares</i> Hohn & Hellerman	0.001	=	0.00	0.710
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	6.973	↓	-0.30	0.002
<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh var. <i>brevipes</i>	0.088	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium bioretii</i> (Germain) Edlund	0.055	=	0.00	0.896
<i>Adlafia bryophila</i> (Petersen) Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	0.010	=	0.00	0.794
<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	1.487	=	0.03	0.284
<i>Achnantheidium lineare</i> W.Smith	0.767	↑	0.06	0.002
<i>Achnanthes coarctata</i> (Brebisson) Grunow in Cl. & Grunow	0.029	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Actinodiscus corolla</i> (Brun) Ross & Sims	0.001	=	0.00	0.910
<i>Amphora copulata</i> (Kütz) Schoeman & Archibald	5.227	↑	0.08	0.048
<i>Achnantheidium atomoides</i> Monnier, Lange-Bertalot & Ector	1.168	↑	0.07	0.002
<i>Achnantheidium anastasiae</i> (Kaczmarska) Chudaev et Gololobova	0.146	=	0.00	0.852
<i>Achnantheidium atomus</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot & Ector	0.048	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium caledonicum</i> (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium chlidanos</i> (Hohn & Hellerman) Novelo Tavera & Ibarra	0.007	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	0.840	=	-0.01	0.498
<i>Achnantheidium daonense</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot Monnier & Ector	0.076	=	0.00	0.664
<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	0.134	=	0.00	0.110
<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot	5.688	↑	0.36	0.002
<i>Achnantheidium exile</i> (Kützing) Heiberg	0.039	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Adlafia suchlandtii</i> (Hustedt) Monnier & Ector	0.023	=	0.00	0.512
<i>Achnantheidium gracillimum</i> (Meister)Lange-Bertalot	0.158	=	0.01	0.370
<i>Achnantheidium helveticum</i> (Hustedt) Monnier Lange-Bertalot & Ector	0.050	=	0.00	0.738
<i>Achnantheidium japonicum</i> (Kobayasi) Kobayasi	0.013	=	0.00	0.710
<i>Achnantheidium jackii</i> Rabenhorst	0.045	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium kranzii</i> (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova	0.018	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium latecephalum</i> Kobayasi	0.606	↑	0.04	0.004
<i>Achnantheidium lauenburgianum</i> (Hustedt) Monnier Lange-Bertalot & Ector	2.431	=	-0.04	0.070
<i>Achnantheidium latecephalum</i> Kobayasi f. <i>anormale</i>	0.003	=	0.00	0.602
<i>Achnantheidium macrocephalum</i> (Hustedt) Round & Bukhtiyarova	0.001	=	0.00	0.906
<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	77.657	=	0.36	0.286
<i>Adlafia minuscula</i> var. <i>muralis</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0.033	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0.154	=	0.00	0.970
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi	17.377	↑	0.83	0.002
<i>Achnantheidium robustum</i> (Hust.) Ohtsuka in Ohtsuka et al.	0.002	=	0.00	0.966
<i>Achnantheidium rivulare</i> Potapova & Ponader	4.542	↑	0.26	0.004
<i>Achnantheidium rosenstockii</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	0.007	=	0.00	0.560
<i>Achnantheidium druartii</i> Rimet & Couté in Rimet & al.	0.002	=	0.00	0.188
<i>Achnantheidium saprophilum</i> (Kobayasi et Mayama) Round & Bukhtiyarova	1.712	↓	-0.10	0.002
<i>Achnantheidium straubianum</i> (Lange-Bertalot)Lange-Bertalot	0.521	↑	0.04	0.002
<i>Achnantheidium subhudsonis</i> (Hustedt) H. Kobayasi	6.077	=	0.11	0.088
<i>Achnantheidium subatomoides</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot et Ector	0.377	=	0.01	0.346
<i>Achnantheidium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	4.824	↑	0.26	0.006
<i>Achnantheidium thienemannii</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.010	=	0.00	0.242
<i>Achnantheidium trinode</i> Ralfs in Pritchard	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium exiguum</i> (Grunow)Czarnecki var. <i>elliptica</i> Hustedt	0.005	=	0.00	0.928
<i>Amphora eximia</i> J.R. Carter	0.014	=	0.00	0.870
<i>Asterionella formosa</i> Hassall	0.272	=	0.00	0.438

<i>Achnanthes fugei</i> Carter	0.399	↑	0.02	0.020
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen <i>f.curvata</i> (Hustedt) Simonsen	0.008	=	0.00	0.270
<i>Achnantheidium hoffmannii</i> Van de Vijver, Ector, Mertens & Jarlman	0.241	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnanthes inflatagrandis</i> Metzeltin, Lange-Bertalot & Garcia-Rodriguez	0.001	=	0.00	0.742
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	3.609	↑	0.26	0.002
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehr.) Simonsen <i>var.tenuissima</i> (Grun.) Simonsen	0.007	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Adlafia lange-bertalotii</i> Monnier et Ector	0.054	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Amphora libyca</i> Ehr.	0.001	=	0.00	0.974
<i>Aulacoseira lacustris forma tenuior</i> (Grunow) Houk, Klee & Passauer	0.096	↓	-0.01	0.002
<i>Amphora indistincta</i> Levkov	0.976	↑	0.09	0.002
<i>Amphora marina</i> W. Smith	0.009	=	0.00	0.902
<i>Aulacoseira muzzanensis</i> (Meister) Krammer	0.041	↓	0.00	0.028
<i>Aulacoseira nivalis</i> (Wm.Sm.) English & Potapova	0.008	=	0.00	0.776
<i>Actinocyclus normanii</i> (Greg. ex Grev.) Hustedt <i>morphotype normanii</i>	0.067	=	0.00	0.454
<i>Aneumastus tusculus</i> (Ehrenberg) D.G. Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	0.001	=	0.00	0.898
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	1.458	=	-0.02	0.090
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	110.228	=	0.39	0.250
<i>Amphipleura pellucida</i> Kützing	0.019	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium pfisteri</i> Lange-Bertalot	0.022	=	0.00	0.652
<i>Achnanthes rupestoides</i> Hohn <i>f. anormale</i>	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium sublineare</i> Van de Vijver, Jarlman et Ector	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehr.) Pfitzer	0.018	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Aulacoseira crenulata</i> (Ehrenberg) Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Simonsen	0.656	↓	-0.05	0.002
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen <i>var.angustissima</i> (O.M.) Simonsen	0.858	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	5.555	↓	-0.25	0.002
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenb.) Simonsen	0.045	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Aulacoseira pseudodistans</i> Lange-Bertalot 'manuskriptnamen'	0.436	↓	-0.02	0.006
<i>Aulacoseira pusilla</i> (Meister) Tuji et Houki	0.927	↑	0.06	0.002
<i>Aulacoseira sphaerica</i> (Heribaud) Simonsen	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Aulacoseira subarctica</i> (O.Müller) Haworth	0.068	=	0.00	0.476
<i>Aulacoseira tenella</i> (Nygaard) Simonsen	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Aulacoseira valida</i> (Grunow) Krammer	0.008	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Achnantheidium zhâkovschikovii</i> M. Potapova	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Brachysira brebissonii</i> Ross in Hartley <i>ssp. brebissonii</i>	0.005	=	0.00	0.646
<i>Brebissonia lanceolata</i> (C.A.Agardh) Mahoney et Reimer	0.003	=	0.00	0.802
<i>Brachysira neglectissima</i> Lange-Bertalot	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	0.087	=	0.00	0.746
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F. Müller) Hendey <i>var.paxillifer f. anormale</i>	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Bacillaria paxillifera</i> (paxillifer) (O.F. Müller) Hendey	0.482	=	-0.01	0.128
<i>Brachysira procera</i> Lange-Bertalot & Moser	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Berkeleya rutilans</i> (Trentepohl) Grunow in Cleve & Grunow	0.006	↑	0.00	0.050
<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross in Hartley	0.002	=	0.00	0.412
<i>Brachysira zellensis</i> (Grunow) Round & Mann	0.001	=	0.00	0.860
<i>Catenula adhaerens</i> Mereschkowsky	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbella excisa</i> Kützing	2.226	↑	0.15	0.002
<i>Cymbella affinis</i> Kützing <i>var.affinis</i>	1.912	↓	-0.13	0.002
<i>Cymbella affiniformis</i> Krammer	0.013	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cyclotella atomus var. gracilis</i> Genkal & Kiss	0.953	↓	-0.02	0.004
<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) Mann	0.064	=	0.00	0.104
<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	0.021	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Peragallo	0.023	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	3.542	↓	-0.11	0.002
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	2.077	↑	0.04	0.002
<i>Cymbopleura amphicephala</i> Krammer	0.003	=	0.00	0.830

<i>Cymbopleura cuspidata</i> (Kützing) Krammer	0.002	↓	0.00	0.034
<i>Cymatosira belgica</i> Grunow in Van Heurck	0.062	=	0.00	0.892
<i>Cymbopleura hustedtii</i> Novelo Tavera & Ibarra	0.054	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	0.011	=	0.00	0.628
<i>Caloneis branderii</i> (Hustedt) Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbopleura tynnii</i> (Krammer) Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cyclotella caspia</i> Grunow var. <i>affinis</i> Proschkina-Lavrenko & Makarova	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cyclotella caspia</i> Grunow	0.002	=	0.00	0.662
<i>Cavinula cocconeiformis f. elliptica</i> (Hust.) Lange-Bertalot	0.004	=	0.00	0.764
<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	0.071	↓	-0.01	0.002
<i>Caloneis clevei</i> (Lagerstedt) Cleve	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbella compacta</i> Østrup	0.044	↑	0.00	0.002
<i>Cavinula cocconeiformis</i> (Gregory ex Greville) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	0.008	=	0.00	0.930
<i>Cyclophora tenuis</i> Castracane	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Capartogramma crucicula</i> (Grun. ex Cl.) Ross	0.004	=	0.00	0.378
<i>Cyclostephanos costatilibus</i> (Kobayasi & Kob.) Stoermer Håkansson & Theriot	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cyclostephanos damasii</i> (Hustedt) Stoermer & Håkansson in Theriot & al.	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cocconeis disculus</i> (Schumann) Cleve in Cleve & Jentzsch	0.083	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt	0.133	↓	0.00	0.004
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	4.484	↓	-0.16	0.002
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg emend Romero & Jahn	11.646	↑	0.98	0.002
<i>Cocconeis euglyptoides</i> (Geitler) Lange-Bertalot	0.448	↑	0.03	0.002
<i>Cymbella excisiformis</i> Krammer	0.018	=	0.00	0.242
<i>Cymbellafalsa diluviana</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin	0.002	=	0.00	0.822
<i>Caloneis fontinalis</i> (Grunow in Van Heurck) Cleve-Euler	0.004	=	0.00	0.182
<i>Craticula halophila</i> (Grunow ex Van Heurck) Mann	0.277	↓	-0.03	0.002
<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	0.064	↓	0.00	0.002
<i>Chamaepinnularia evanida</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.005	=	0.00	0.396
<i>Chamaepinnularia hassiaca</i> (Krasske) Cantonati & Lange-Bertalot	0.001	=	0.00	0.960
<i>Chamaepinnularia maragaritacea</i> (Hust.) Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Chamaepinnularia muscicola</i> (Petersen) Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Witkowski	0.001	=	0.00	0.868
<i>Chamaepinnularia mediocris</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0.001	=	0.00	0.646
<i>Chamaepinnularia soehrensensis</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Krammer	0.002	=	0.00	0.968
<i>Cyclostephanos invisitatus</i> (Hohn & Hellerman) Theriot Stoermer & Håkansson	2.427	↓	-0.10	0.002
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Heribaud var. <i>ovalis</i> Brun & Heribaud	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbopleura inaequalis</i> (Ehrenberg) Krammer	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cyclotella iris</i> Brun & Heribaud	0.015	=	0.00	0.084
<i>Cavinula intractata</i> (Hust.) Lange-Bertalot	0.001	=	0.00	0.888
<i>Cavinula jaernefeltii</i> (Hustedt) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	0.001	=	0.00	0.692
<i>Cymbella kolbei</i> Hustedt	0.007	=	0.00	0.402
<i>Cymbella laevis</i> Naegeli in Kützing	0.007	=	0.00	0.840
<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	0.068	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbella leptoceros</i> (Ehrenberg) Kützing	0.147	=	0.00	0.158
<i>Cymbella lancettula</i> (Krammer) Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cyclotella meduanae</i> Germain emend. Genkal	2.579	=	-0.01	0.634
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	7.286	↓	-0.33	0.002
<i>Craticula molestiformis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.762	=	-0.01	0.162
<i>Craticula minusculooides</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.007	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Caloneis molaris</i> (Grunow) Krammer	0.004	=	0.00	0.362
<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cocconeis neodiminuta</i> Krammer in Ricard	0.018	=	0.00	0.320
<i>Cymbella neolanceolata</i> W. Silva	0.093	↓	0.00	0.002
<i>Cymbella neoleptoceros</i> Kramme	0.218	↑	0.01	0.018
<i>Cymbella affinis</i> var. <i>neoprocera</i> W. Silva	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbella neoleptoceros</i> Krammer var. <i>tenuistriata</i> Krammer	0.007	N.C.	N.C.	N.C.

<i>Cocconeis neothumensis</i> Krammer in Ricard	0.192	=	0.00	0.174
<i>Coscinodiscus oculus-iridis</i> Ehr.	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bertalot	1.531	↑	0.05	0.012
<i>Cocconeis pseudothumensis</i> Reichardt	0.057	↑	0.00	0.010
<i>Cosmioneis pusilla</i> (W.Smith) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg f. <i>anormale</i>	0.003	=	0.00	0.204
<i>Cymbella parva</i> (W.Sm.) Kirchner in Cohn	0.084	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	6.113	=	-0.06	0.064
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	13.026	↓	-0.83	0.002
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Grunow	19.376	↑	0.53	0.002
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>lineata</i> (Ehr.) Van Heurck	19.797	↓	-0.97	0.002
<i>Cyclotella planctonica</i> Brunenthaler	0.003	=	0.00	0.394
<i>Cymbella perparva</i> Krammer	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> (Hustedt) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	0.002	=	0.00	0.500
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>tenuistriata</i> Geitler	0.012	=	0.00	0.650
<i>Caloneis pulchra</i> Messikommer	0.001	=	0.00	0.926
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann	0.203	↓	-0.01	0.002
<i>Craticula buderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.011	↑	0.00	0.010
<i>Craticula citrus</i> (Krasske) Reichardt	0.009	=	0.00	0.164
<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann	0.088	↓	0.00	0.002
<i>Craticula dissociata</i> (Reichardt) Reichardt	0.002	=	0.00	0.500
<i>Craticula molesta</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Willmann in Lange-Bertalot & al.	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson in Brébisson & Godey) W.Smith var. <i>apiculata</i>	0.032	=	0.00	0.052
<i>Cymbopleura subaequalis</i> (Grunow) Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Craticula submolesta</i> (Hust.) Lange-Bertalot	0.003	=	0.00	0.688
<i>Cymbella subcistula</i> Krammer	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg var. <i>scutellum</i>	0.008	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbella stigmaphora</i> Østrup	0.002	=	0.00	0.866
<i>Caloneis schumanniana</i> (Grunow in Van Heurck) Cleve	0.008	=	0.00	0.976
<i>Caloneis silicula</i> (Ehr.) Cleve	0.069	↓	0.00	0.002
<i>Cymbella subleptoceros</i> Krammer	0.043	=	0.00	0.090
<i>Craticula subminuscula</i> (Manguin) C.E. Wetzel & Ector	28.165	=	0.08	0.484
<i>Cyclotella striata</i> (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow	0.014	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbella turgidula</i> Grunow in A.Schmidt & al.	0.119	=	0.00	0.592
<i>Cyclostephanos tholiformis</i> Stoermer Håkansson & Theriot	0.053	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cymbella tumidula</i> Grunow in A.Schmidt & al.	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kütz.) Williams et Round	0.216	↓	-0.01	0.002
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	0.410	↓	-0.01	0.002
<i>Conticribra weissflogii</i> (Grunow) Stachura-Suchoples & Williams	0.193	↓	-0.01	0.002
<i>Cavinula lapidosa</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cavinula variostrata</i> (Krasske) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	0.009	=	0.00	0.166
<i>Cavinula weinzierlii</i> (Schimanski) Czarnecki	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Diadesmis biceps</i> Arnott	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Diadesmis confervacea</i> Kützing	0.154	=	0.00	0.896
<i>Delicata delicatula</i> (Kützing) Krammer var. <i>delicatula</i>	0.004	=	0.00	0.960
<i>Diploneis didyma</i> (Ehrenberg) Cleve	0.004	=	0.00	0.420
<i>Diploneis dilatata</i> (M. Peragallo) Lange-Bertalot et A. Fuhrmann	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing f. <i>capitulata</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0.002	=	0.00	0.700
<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	0.343	=	-0.01	0.358
<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	0.030	=	0.00	0.944
<i>Delphineis minutissima</i> (Hustedt) Simonsen	0.004	=	0.00	0.108
<i>Diploneis fontanella</i> Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Dimeregramma minor</i> (Gregory) Ralfs in Pritchard	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Diploneis novaeseelandiae</i> (A.Schmidt) Hustedt	0.001	=	0.00	0.686
<i>Diploneis interrupta</i> (Kützing) Cleve	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Diatoma tenue</i> C. Agardh	0.272	↓	-0.01	0.008
<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & Reichardt	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	0.015	=	0.00	0.668
<i>Diploneis marginistriata</i> Hustedt	0.250	↓	-0.02	0.002

<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	0.074	=	0.00	0.388
<i>Diploneis modica</i> Hustedt	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing ssp.moniliformis	0.750	=	0.03	0.162
<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler	0.289	=	0.00	0.544
<i>Diploneis oculata</i> (Brebisson in Desmazières) Cleve	0.332	↑	0.02	0.002
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	0.016	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Diploneis parma</i> Cleve sensu Krammer & Lange-Bertalot	0.049	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Diploneis petersenii</i> Hustedt	0.032	=	0.00	0.132
<i>Diatoma problematica</i> Lange-Bertalot	0.009	=	0.00	0.626
<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk & Klee emend. Genkal	11.811	=	0.03	0.690
<i>Diploneis pseudovalis</i> Hustedt	0.006	=	0.00	0.600
<i>Diploneis puella</i> (Schumann) Cleve	0.002	↓	0.00	0.006
<i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot	0.047	↑	0.00	0.002
<i>Diploneis smithii</i> (Brebisson) Cleve var.pumila (Grun.) Hustedt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grun.) Houk & Klee	0.247	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Denticula subtilis</i> Grunow	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Delphineis surirella</i> (Ehrenberg) Andrews	0.017	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Denticula tenuis</i> Kützing var.crassula (Naegeli in Kützing) Hustedt	0.005	=	0.00	0.264
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	0.577	=	0.02	0.220
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory morphotype distorta Grunow in Van Heurck	0.002	=	0.00	0.502
<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	4.625	=	-0.05	0.120
<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	0.023	↓	0.00	0.002
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	0.005	↓	0.00	0.002
<i>Ellerbeckia arenaria</i> (Moore) Crawford	0.131	↑	0.01	0.014
<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia bidentula</i> W.M.Smith	0.002	=	0.00	0.800
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	0.085	=	0.00	0.752
<i>Eunotia botuliformis</i> Wild, Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot	0.005	=	0.00	0.264
<i>Encyonema cespitosum</i> Kützing	0.117	↓	0.00	0.002
<i>Encyonema cespitosum</i> Kützing var.comensis Krammer	0.019	=	0.00	0.794
<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Encyonopsis falaisensis</i> (Grunow) Krammer	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & Reichardt	0.610	↑	0.04	0.046
<i>Eunotia diodon</i> Ehrenberg	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia exigua</i> (Brebisson ex Kützing) Rabenhorst	0.086	=	0.00	0.944
<i>Eunotia faba</i> Ehrenberg	0.003	=	0.00	0.192
<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg var.intermedia Grunow	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg sensu stricto	0.021	=	0.00	0.768
<i>Epithemia gibba</i> (Ehrenberg) Kützing	0.003	↓	0.00	0.012
<i>Eunotia glacialis</i> Meister	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse	0.002	=	0.00	0.394
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel-Schempp Alles & Lange-Bertalot in Alles & al.	0.057	=	0.00	0.334
<i>Eunotia incisa</i> Gregory	0.084	=	0.00	0.480
<i>Epithemia intermedia</i> Hilse	0.005	=	0.00	0.736
<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer morphotype 2	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.Silva, R.Jahn, T.A.V.Ludwig & M.Menezes in Silva et al.	0.162	=	0.00	0.134
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck	0.209	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia mucophila</i> (Lange-Bertalot&Norpel Schempp) Lange-Bertalot	0.003	=	0.00	0.854
<i>Eolimna muraloides</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & Kulikovskiy	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Encyonema brehmii</i> (Hustedt) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	0.994	↓	-0.06	0.002
<i>Encyonema</i> sp. f. anormale	0.002	=	0.00	0.198
<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer morphotype 1	0.374	↑	0.02	0.002
<i>Encyonema mesianum</i> (Cholnoky) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.038	↓	0.00	0.002
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse in Rabh.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	3.916	=	-0.04	0.078
<i>Encyonema menisculus</i> Lange-Bertalot & Krammer	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Encyonema neogracile</i> Krammer	0.033	=	0.00	0.306
<i>Encyonema perpussillum</i> (A. Cleve) D.G. Mann	0.002	N.C.	N.C.	N.C.

<i>Encyonema reichardtii</i> (Krammer) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.017	=	0.00	0.238
ENTOMONEIS C.G. Ehrenberg	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Encyonema triangulum</i> (Ehrenberg) Kützing	0.110	=	0.00	0.722
<i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow in Schmidt & al.	1.407	↑	0.10	0.002
<i>Eolimna comperei</i> Ector Coste et Iserentant in Coste & Ector	1.568	↑	0.06	0.004
<i>Eolimna minima</i> (Grunow) Lange-Bertalot in Moser & al.	48.713	↑	0.45	0.002
<i>Epithemia operculata</i> (Agardh)Ruck, Nakov Alverson & Theriot	0.001	=	0.00	0.932
<i>Entomoneis paludosa</i> (W.Smith) Reimer	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	0.021	=	0.00	0.160
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kütz.)Rabenhorst var.recta A.Mayer ex Patrick	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing morphotype 1	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia praerupta</i> Ehrenberg	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia paratridentula</i> Lange-Bertalot & Kulikovskiy in Kulikovskiy	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kütz.)Rabenhorst var.undulata (Ralfs) Rabenhorst	0.005	↓	0.00	0.002
<i>Eunotia serra</i> Ehrenberg	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia silvahercynia</i> Nörpel Van Sull & Lange-Bertalot in Alles & al.	0.001	=	0.00	0.812
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	4.351	=	-0.01	0.778
<i>Epithemia smithii</i> Carruthers in Gray	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia soleirolii</i> (Kützing) Rabenhorst	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	0.004	=	0.00	0.502
<i>Eunotia subarcuatoides</i> Alles Nörpel & Lange-Bertalot in Alles et al.	0.023	=	0.00	0.450
<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt	0.097	↑	0.01	0.032
<i>Encyonema temperei</i> Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia tenella</i> (Grunow in Van Heurck) Hustedt in Schmidt & al	0.063	↑	0.00	0.010
<i>Eunotia tetraodon</i> Ehrenberg	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eucoconeis flexella</i> (Kützing) Meister	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Eunotia intermedia</i> (Krasske ex Hustedt) Nörpel & Lange-Bertalot	0.017	=	0.00	0.372
<i>Eucoconeis laevis</i> (Østrup) Lange-Bertalot	0.005	=	0.00	0.504
<i>Eunotia paludosa</i> Grunow	0.002	=	0.00	0.392
<i>Encyonema vulgare</i> Krammer var. vulgare	0.001	=	0.00	0.926
<i>Fragilaria acidoclinata</i> Lange-Bertalot & Hofmann	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow)Cleve-Euler	0.025	=	0.00	0.386
<i>Fallacia aequora</i> (Hustedt) D.G. Mann	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fragilaria austriaca</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0.037	=	0.00	0.282
<i>Fragilaria bidens</i> Heiberg	0.328	=	0.01	0.568
<i>Fragilaria canariensis</i> Lange-Bertalot	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres	1.751	=	-0.05	0.054
<i>Frustulia creuzburgensis</i> (Krasske) Hustedt	0.001	=	0.00	0.862
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	0.142	=	0.00	0.722
<i>Frustulia crassinervia</i> (Breb.) Lange-Bertalot et Krammer	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fragilaria cassubica</i> Witkowski et Lange-Bertalot	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Frustulia erifuga</i> Lange-Bertalot & Krammer	0.010	=	0.00	0.762
<i>Fragilaria famelica</i> (Kützing) Lange-Bertalot	0.003	=	0.00	0.158
<i>Fragilaria fasciculata</i> (C.A. Agardh) Lange-Bertalot f. anormale	0.002	=	0.00	0.350
<i>Fragilariforma bicapitata</i> (A.Mayer) Williams & Round	0.027	=	0.00	0.364
<i>Fragilariforma constricta</i> (Ehrenberg) Williams & Round	0.007	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fragilariforma nitzschioides</i> (Grunow) Lange-Bertalot in Hofmann, Werum & Lange-Bertalot	0.030	↓	0.00	0.002
<i>Fragilaria fonticola</i> Hustedt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) Williams & Round	0.116	=	0.00	0.940
<i>Fragilaria goulardii</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	0.008	=	0.00	0.724
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	0.673	↑	0.05	0.004
<i>Fallacia helensis</i> (Schulz.) D.G. Mann	0.029	↓	0.00	0.038
<i>Fallacia indifferens</i> (Hustedt) D.G. Mann	0.091	=	0.00	0.056
<i>Fallacia insociabilis</i> (Krasske) D.G. Mann	0.030	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Frustulia krammeri</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	0.010	=	0.00	0.378
<i>Fragilaria mesolepta</i> Rabenhorst	0.047	=	0.00	0.092
<i>Fallacia mitis</i> (Hustedt) D.G.Mann	0.374	↑	0.01	0.002
<i>Fragilaria nevadensis</i> Lineares-Cuesta & Sanchez-Castillo	0.089	↑	0.01	0.014
<i>Fragilaria pectinalis</i> (O.F.Müller) Lyngbye	0.036	N.C.	N.C.	N.C.

<i>Fistulifera pelliculosa</i> (Brebisson) Lange-Bertalot	0.030	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0.037	↑	0.00	0.004
<i>Fragilaria pararumpens</i> Lange-Bertalot, Hofmann & Werum in Hofmann & al.	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fragilariopsis sublinearis</i> (Van Heuck) Heiden in Heiden & Kolbe	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fallacia pygmaea</i> ssp. <i>subpygmaea</i> Lange-Bertalot Cavacini Tagliaventi & Alfinito	0.002	=	0.00	0.126
<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann ssp. <i>pygmaea</i> in Lange-Bertalot & al	0.098	↓	0.00	0.002
<i>Fragilaria recapitellata</i> Lange-Bertalot & Metzeltin	0.047	↑	0.00	0.002
<i>Fragilaria radians</i> Lange-Bertalot in Hofmann & al.	0.019	↑	0.00	0.040
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	0.009	=	0.00	0.552
<i>Fragilaria rumpens</i> (Kütz.) G.W.F.Carlson	1.404	↑	0.05	0.040
<i>Fistulifera saprophila</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	18.943	=	0.07	0.480
<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst	0.010	=	0.00	0.794
<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in V. Heurck) D.G. Mann	1.706	=	0.01	0.102
<i>Fallacia sublucidula</i> (Hustedt) D.G. Mann	0.233	↑	0.02	0.002
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	0.259	↑	0.01	0.010
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot f. <i>anormale</i>	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fragilaria tenera</i> (W.Sm.)Lange-Bertalot var. <i>nanana</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot & Ulrich	0.021	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) Petersen	4.761	=	0.02	0.500
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs f. <i>anormale</i>	0.001	=	0.00	0.966
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	0.104	↓	-0.01	0.002
<i>Frustulia weinholdii</i> Hustedt	0.001	=	0.00	0.738
<i>Geissleria acceptata</i> (Hust.) Lange-Bertalot & Metzeltin	0.495	↑	0.01	0.002
<i>Gomphonema acidoclinatiforme</i> Metzeltin & Lange-Bertalot	0.015	=	0.00	0.688
<i>Gomphonema acutiusculum</i> (O.Müller) Cleve-Euler	0.002	=	0.00	0.232
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	0.082	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema acidoclinatum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	0.012	↑	0.00	0.042
<i>Gomphonema affine</i> Kützing	0.054	↓	0.00	0.002
<i>Gomphonema affine</i> Kützing var. <i>insigne</i> (Gregory) Andrews	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema angustivalva</i> E. Reichardt	0.712	↑	0.06	0.016
<i>Gomphonema amoenum</i> Lange-Bertalot	0.002	=	0.00	0.346
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0.017	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	0.046	=	0.00	0.204
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	0.171	↓	-0.01	0.002
<i>Gomphonema bavaricum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema bourbonense</i> E. Reichardt et Lange-Bertalot	1.506	=	0.02	0.160
<i>Gomphonema bohemicum</i> Reichelt & Fricke ssp. <i>bohemicum</i>	0.001	=	0.00	0.878
<i>Gomphonema cymbellinum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	0.005	=	0.00	0.102
<i>Gomphoneis calcifuga</i> (Lange-Bertalot & Reichardt)Tuji	0.034	=	0.00	0.162
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehr.	0.108	=	0.00	0.230
<i>Gomphonema clevei</i> Fricke	0.002	=	0.00	0.460
<i>Gomphonema coronatum</i> Ehrenberg	0.001	=	0.00	0.726
<i>Gomphonema cuneolus</i> E. Reichardt	0.155	↑	0.01	0.014
<i>Gomphonema dichotomum</i> Kützing	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema elegantissimum</i> Reichardt & Lange-Bertalot in Hofmann & al.	1.559	↑	0.09	0.002
<i>Gomphonema entolejum</i> Østrup	0.002	=	0.00	0.428
<i>Gomphoneis erienne</i> var. <i>variabilis</i> Kociolek & Stoermer	0.083	↑	0.00	0.004
<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grun.) Lange-Bertalot & Reichardt	0.810	=	0.00	0.966
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	0.229	↓	-0.01	0.002
<i>Gomphonema gautieri</i> (Van Heurck) Lange-Bertalot & Metzeltin	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema innocens</i> Reichardt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	0.096	↑	0.01	0.002
<i>Gomphonema lateripunctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	0.071	=	0.00	0.584
<i>Gomphonema lagenula</i> Kützing	0.155	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonemopsis lindae</i> Witkowski Metzeltin & Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema mexicanum</i> Grunow	0.054	↑	0.00	0.008
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing	0.231	=	0.00	0.794
<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.) Agardh f. <i>minutum</i>	9.336	↑	0.13	0.002
<i>Gomphonema minusculum</i> Krasske	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphoneis minuta</i> (Stone) Kociolek & Stoermer	0.279	=	0.00	0.906
<i>Gomphonema micropumilum</i> Reichardt	0.308	=	0.01	0.914

<i>Gomphonema minutum f.syracum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	0.002	=	0.00	1.0000
<i>Gomphonema micropus</i> Kützing f. <i>anormale</i>	0.002	=	0.00	0.442
<i>Grammatophora oceanica</i> Ehrenberg	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema olivaceoides</i> Hustedt	0.035	=	0.00	0.752
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	2.805	↑	0.04	0.032
<i>Gomphonema pala</i> Reichardt	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphoneis tumida</i> (Skvortzow) Kociolek & Stoermer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphoneis olivaceolacua</i> (Lange-Bertalot & Reichardt in Lange-Bertalot) Kociolek&Kulikovskiy	0.002	=	0.00	0.998
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	16.827	↓	-0.18	0.004
<i>Gomphonema parvulum var.exilis</i> Grunow	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphosphenia lingulatiformis</i> (Lange-Bertalot & Reichardt) Lange-Bertalot	2.516	=	0.02	0.372
<i>Gomphonema pumilum var. rigidum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	5.819	↑	0.37	0.002
<i>Gomphonema productum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt	0.016	=	0.00	0.386
<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot	0.082	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot	2.904	↓	-0.18	0.002
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot f. <i>anormale</i>	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema parvulus</i> Lange-Bertalot & Reichardt	0.042	=	0.00	0.200
GRAMMATOPHORA C.G. Ehrenberg	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema rhombicum</i> M. Schmidt	0.499	=	0.02	0.148
<i>Gomphonema rosenstockianum</i> Lange-Bertalot & Reichardt	0.162	=	0.00	0.776
<i>Gomphonema sarcophagus</i> Gregory	0.006	=	0.00	0.234
<i>Gyrosigma sciotoense</i> (Sullivan et Wormley) Cleve	4.145	=	-0.03	0.170
<i>Gyrosigma spencerii</i> (W.Smith) Griffith et Henfrey	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema saphophilum</i> (Lange-Bertalot & Reichardt) Abarca Jahn Zimmermann & Enke	0.258	↑	0.01	0.012
<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grunow in Van Heurck) Schmidt in Schmidt & al.	2.232	↑	0.07	0.028
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	0.321	↓	-0.01	0.002
<i>Gomphonema utae</i> Lange-Bertalot & Reichardt	0.007	=	0.00	0.822
<i>Gomphonema ventricosum</i> Gregory	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing)Rabenhorst	0.247	↓	-0.01	0.002
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0.784	↓	-0.02	0.002
<i>Gyrosigma eximium</i> (Thwaites)Boyer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve	0.003	=	0.00	0.148
<i>Gyrosigma obtusatum</i> (Sullivan & Wormley) Boyer	0.072	↓	0.00	0.002
<i>Gomphonema zellense</i> Reichardt	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bertalot	0.042	↓	0.00	0.002
<i>Halamphora coffeaeformis</i> (Agardh) Levkov	0.012	=	0.00	0.420
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr.) Grunow in Cleve et Grunow	0.060	↓	0.00	0.004
<i>Hannaea arcus</i> (Ehr.)Patrick	0.269	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Hippodonta arkonensis</i> Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Hippodonta avittata</i> (Cholnoky) Lange-BertalotMetzeltin & Witkowski	0.010	=	0.00	0.248
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehr.)Lange-BertalotMetzeltin & Witkowski	0.511	↓	-0.01	0.002
<i>Hippodonta costulata</i> (Grunow)Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	0.076	=	0.00	0.336
<i>Halamphora holsatica</i> (Hustedt) Levkov	0.012	=	0.00	0.490
<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	0.072	↓	-0.01	0.002
<i>Hannaea inequidentata</i> (Lagerstedt) Genkal & Kharitonov	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Hippodonta lesmonensis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	0.002	=	0.00	0.820
<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov	0.284	=	0.00	0.246
<i>Hippodonta lueneburgensis</i> (Grunow) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	0.010	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Hippodonta neglecta</i> Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Halamphora normanii</i> (Rabenhorst) Levkov	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Halamphora oligotrappenta</i> (Lange-Bertalot) Levkov	0.024	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Hippodonta pseudacceptata</i> (Kobayasi) Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	0.041	↑	0.00	0.002
<i>Humidophila perpusilla</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, Johansen, Van	0.026	=	0.00	0.396

<i>deVijver, Lange-Bertalot & Kopalová</i>				
<i>Huttoniella reichardtii</i> (Grunow) Hustedt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Hippodonta ruthnielseniae</i> Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	0.012	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Humidophila schmassmannii</i> (Hustedt) Buczkó et Wojtal	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Hippodonta subtilissima</i> Lange-Bertalot Metzeltin & Witkowski	0.082	=	0.00	0.234
<i>Halamphora thumensis</i> (A.Mayer) Levkov	0.001	=	0.00	0.934
<i>Hydrosera triquetra</i> Wallich	0.001	=	0.00	0.974
<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot & Kopalová	0.465	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	0.867	↓	-0.04	0.002
<i>Iconella bifrons</i> (Ehrenberg) Ruck, Nakov, Alverson & Theriot	0.012	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Iconella biseriata</i> (Brébisson in Brébisson & Godey) Ruck, Nakov, Alverson & Theriot	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Iconella capronii</i> (Brébisson & Kitton) Ruck, Nakov, Alverson & Theriot	0.001	=	0.00	0.904
<i>Iconella helvetica</i> (Brun) Ruck, Nakov, Alverson & Theriot	0.050	↓	0.00	0.002
<i>Iconella hibernica</i> (Ehrenberg) Ruck, Nakov, Alverson & Theriot	0.007	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Iconella linearis</i> (W. Smith) Ruck, Nakov, Alverson & Theriot	0.066	↓	0.00	0.002
<i>Iconella splendida</i> (Ehrenberg) Ruck, Nakov, Alverson & Theriot	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Iconella tenera</i> (W. Gregory) Ruck, Nakov, Alverson & Theriot	0.021	↓	0.00	0.002
<i>Kurtkammeria aequalis</i> (W.Smith) Bahls	0.001	=	0.00	0.892
<i>Karayevia kolbei</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	0.040	=	0.00	0.184
<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	0.043	=	0.00	0.982
<i>Karayevia ploenensis</i> (Hustedt) Bukhtiyarova var. <i>gessneri</i> (Hust.) Bukhtiyarova	2.122	↑	0.11	0.002
<i>Karayevia ploenensis</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	0.993	↓	-0.07	0.002
<i>Karayevia suchlandtii</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	0.003	=	0.00	0.534
<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Bukhtiyarova	1.030	=	0.01	0.340
<i>Karayevia nitidiformis</i> (Lange-Bertalot) Bukhtiyarova	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Karayevia oblongella</i> (Østrup) M. Aboal	1.873	=	0.01	0.620
<i>Lindavia bodanica</i> (Eulenstein ex Grunow) Nakov, Guillory, Julius, Theriot & Alverson	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Luticola cohnii</i> (Hilse) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.073	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Luticola dismutica</i> (Hustedt) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Lindavia fottii</i> (Hustedt), Nakov, Guillory, Julius, Theriot & Alverson	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch in Rabenhorst) D.G.Mann in Round Crawford & Mann	4.221	↓	-0.11	0.006
<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson	0.771	=	-0.02	0.172
<i>Luticola kotschyi</i> (Grunow) in TDI3 Kelly	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Lacustriella lacustris</i> (Gregory) Lange-Bertalot & Kulikovskiy	0.001	=	0.00	0.686
<i>Luticola mitigata</i> (Hustedt) D.G. Mann	0.034	=	0.00	0.440
<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.979	=	0.01	0.740
<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenberg) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.025	=	0.00	0.174
<i>Luticola peguana</i> (Grunow in Cl. & Moeller) D.G. Mann	0.002	=	0.00	0.996
<i>Lindavia praetermissa</i> (Lund) Nakov, Guillory, Julius, Theriot & Alverson	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Lindavia radiosa</i> (Grunow) De Toni & Forti	0.429	↓	-0.02	0.002
<i>Luticola saxophila</i> (Bock ex Hustedt) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Luticola minor</i> (R.M.Patrick) A. Mayama	0.001	=	0.00	0.916
<i>Luticola ventricifusa</i> Lange-Bertalot	0.010	=	0.00	0.078
<i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.121	↓	-0.01	0.002
<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>alcimonica</i> (Reichardt) Reichardt	0.231	↑	0.02	0.002
<i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	0.799	↓	-0.02	0.002
<i>Mayamaea excelsa</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0.007	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Mayamaea fossalis</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0.010	=	0.00	0.060
<i>Mayamaea agrestis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.070	=	0.00	0.942
<i>Mayamaea asellus</i> (Weinhold) Lange-Bertalot	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	0.200	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A.Agardh	0.330	↓	-0.01	0.050

<i>Mayamaea ingenua</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & Hofmann in Hofmann & al.	0.874	↑	0.05	0.036
<i>Microcostatus krasskei</i> (Hustedt) Johansen & Sray	0.006	=	0.00	0.838
<i>Mayamaea lacunolaciniata</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Microcostatus naumanii</i> (Hustedt) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Genkal	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) Bruder & Medlin	17.450	↑	0.33	0.002
<i>Mayamaea recondita</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.008	=	0.00	0.752
<i>Muelleria gibbula</i> (Cleve) Spaulding & Stoermer	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Melosira varians</i> Agardh	12.312	↓	-0.27	0.002
<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	0.261	↑	0.02	0.002
<i>Navicula angusta</i> Grunow	0.051	=	0.00	0.324
<i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bertalot	0.135	=	0.00	0.260
<i>Navicula austrocollegarum</i> Lange-Bertalot & R.Voigt	0.003	=	0.00	0.374
<i>Nitzschia acicularis</i> Kützing) W.M.Smith	0.493	↓	-0.02	0.002
<i>Nitzschia acula</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	0.063	↓	0.00	0.012
<i>Nitzschia angusteforaminata</i> Lange-Bertalot	0.009	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia agnita</i> Hustedt	0.129	=	0.00	0.626
<i>Nitzschia agnewii</i> Cholnoky	0.061	=	0.00	0.590
<i>Nitzschia amphioxoides</i> Hustedt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Neidium alpinum</i> Hustedt	0.013	=	0.00	0.342
<i>Nitzschia amplexans</i> Hustedt	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	17.050	↓	-0.20	0.002
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	5.834	↑	0.20	0.002
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot f. <i>anormale</i>	0.002	=	0.00	0.544
<i>Navicula applicita</i> Hustedt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula aquaedurae</i> Lange-Bertalot	0.019	↓	0.00	0.002
<i>Nitzschia aurariae</i> Cholnoky	0.032	=	0.00	0.582
<i>Neidium bisulcatum</i> (Lagerstedt) Cleve	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia bremensis</i> Hustedt in Schmidt & al.	0.002	=	0.00	0.224
<i>Nitzschia brunoi</i> Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Metzeltin	0.044	↓	0.00	0.002
<i>Nitzschia brevissima</i> Grunow in Van Heurck	0.056	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia bergii</i> Cleve-Euler	0.095	↓	0.00	0.002
<i>Neidium bisulcatum</i> (Lagerstedt) Cleve var. <i>subampliatum</i> Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula catalanogermanica</i> Lange-Bertalot & Hofmann f. <i>anormale</i>	0.001	=	0.00	0.676
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	0.197	=	0.00	0.934
<i>Navicula catalanogermanica</i> Lange-Bertalot & Hofmann	0.035	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula cariocincta</i> Lange-Bertalot	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula cryptofallax</i> Lange-Bertalot & Hofmann	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula cincta</i> (Ehr.) Ralfs in Pritchard	0.367	↓	-0.02	0.002
<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch	0.044	↓	0.00	0.002
<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst	0.029	=	0.00	0.922
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in A.Schmidt & al.	1.723	↓	-0.09	0.002
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	6.151	↓	-0.19	0.002
<i>Nitzschia curvipunctata</i> Cholnoky	0.009	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	1.970	↓	-0.06	0.002
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	47.056	=	0.14	0.136
<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt var. <i>tenuirostris</i> (Grunow in Van Heurck) Bukhtiyarova	0.051	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	0.569	↓	-0.03	0.002
<i>Navicula cataracta-rheni</i> Lange-Bertalot	0.179	↑	0.02	0.002
<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellerman	0.227	=	0.00	0.258
<i>Neidiomorpha binodeformis</i> (Krammer) Lange-Bertalot & M. Cantonati	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia desertorum</i> Hustedt	0.155	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula detenta</i> Hustedt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula difficillimoides</i> Hustedt	0.014	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow ssp. <i>dissipata</i>	16.488	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Neidiomorpha binodis</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot & M. Cantonati	0.003	=	0.00	0.484
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grunow var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow in Van Heurck	0.169	=	0.00	0.316

<i>Nitzschia draveillensis</i> Coste & Ricard	0.072	=	0.00	0.074
<i>Navicula densilineolata</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Neidium densestriatum</i> (Østrup) Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia dubia</i> W.M.Smith	0.026	↓	0.00	0.002
<i>Naviculadicta vaucheriae</i> (Petersen) Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalot	0.008	↓	0.00	0.002
<i>Nitzschia epithemoides</i> Grunow var. <i>disputata</i> (Carter) Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg)Cleve	0.018	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia elegantula</i> Grunow in Van Heurck	0.004	=	0.00	0.794
<i>Neidium productum</i> (W.M.Smith)Cleve	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	0.243	=	0.00	0.272
<i>Navicula escambia</i> (Patrick) Metzeltin & Lange-Bertalot	0.018	↑	0.00	0.002
<i>Nitzschia eutinensis</i> Lange-Bertalot & Werum	0.025	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula exilis</i> Kützing	0.151	↓	-0.01	0.002
<i>Nitzschia fasciculata</i> (Grunow) Grunow in V.Heurck	0.001	=	0.00	0.710
<i>Nitzschia filiformis</i> var. <i>conferta</i> (Richter) Lange-Bertalot	0.181	=	0.01	0.078
<i>Nitzschia filiformis</i> (W.M.Smith) Van Heurck	1.144	↓	-0.04	0.002
<i>Nitzschia flexa</i> Schumann	0.003	=	0.00	0.890
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow in Cleve et Möller	16.473	↓	-0.16	0.036
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing)Grunow f. <i>anormale</i>	0.001	=	0.00	0.848
<i>Navigeia decussis</i> (Østrup) Bukhtiyarova	0.251	=	0.00	0.818
<i>Navicula germainii</i> Wallace	1.620	=	-0.01	0.194
<i>Nitzschia gessneri</i> Hustedt	0.017	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navigeia ignota</i> (Krasske) Bukhtiyarova	0.054	=	0.00	0.852
<i>Navigeia paludosa</i> (Hust.) Bukhtiyarova	0.027	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	12.257	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navigeia schoenfeldii</i> (Hust.) Bukhtiyarova	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenhorst	0.052	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	0.240	↓	-0.01	0.008
<i>Navicula hintzii</i> Lange-Bertalot	0.059	=	0.00	0.072
<i>Navicula heimansioides</i> Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula heimansii</i> Van Dam et Kooyman	0.002	↓	0.00	0.006
<i>Nitzschia hamburgiensis</i> Lange-Bertalot	0.005	=	0.00	0.420
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	0.297	=	0.01	0.064
<i>Nitzschia bulnheimiana</i> (Rabenhorst) H.L.Smith	0.680	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia incognita</i> Legler et Krasske	0.010	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia commutata</i> Grunow in Cleve et Grunow	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia distans</i> Gregory	0.001	=	0.00	0.916
<i>Nitzschia frequens</i> Hustedt	0.013	↑	0.00	0.004
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow	5.756	↓	-0.38	0.002
<i>Nitzschia fossilis</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	0.083	=	0.00	0.560
<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt	0.184	↓	-0.01	0.002
<i>Navicula irmengardis</i> Lange-Bertalot	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia graciliformis</i> Lange-Bertalot & Simonsen	0.032	=	0.00	0.070
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	0.369	↓	-0.01	0.004
<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot	0.079	=	0.00	0.700
<i>Nitzschia media</i> Hantzsch.	0.049	↑	0.00	0.032
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	26.633	↑	0.25	0.044
<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	0.562	↓	-0.03	0.002
<i>Nitzschia pellucida</i> Grunow in Cleve & Grunow	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt	0.256	=	-0.01	0.076
<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo	0.092	=	0.00	0.166
<i>Nitzschia pura</i> Hustedt	0.017	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow emend Lange-Bertalot	0.252	↓	-0.01	0.004
<i>Neidium iridis</i> (Ehrenberg) Cleve	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia solita</i> Hustedt	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia spiculum</i> Hustedt	0.003	=	0.00	0.794
<i>Nitzschia subtilis</i> Grunow in Cleve et Grunow	0.002	=	0.00	0.430
<i>Nitzschia valdestriata</i> Aleem & Hustedt	0.018	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula kotschyi</i> Grunow	0.009	↓	0.00	0.010
<i>Nitzschia labella</i> Moser Lange-Bertalot & Metzeltin	0.017	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	10.886	↓	-0.15	0.002
<i>Nitzschia liebetruthii</i> Rabenhorst	0.378	=	0.00	0.802

<i>Navicula longicephala</i> Hustedt	0.001	=	0.00	0.902
<i>Neidium longiceps</i> (Gregory) Ross	0.003	=	0.00	0.246
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M.Smith var. <i>linearis</i> f. <i>anormale</i>	0.001	=	0.00	0.686
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M.Smith	0.580	↓	-0.03	0.002
<i>Navicula leptostriata</i> Jorgensen	0.011	=	0.00	0.084
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M.Smith var. <i>subtilis</i> (Grunow) Hustedt	0.108	↓	0.00	0.008
<i>Navicula lundii</i> Reichardt	0.025	=	0.00	0.064
<i>Navicula madeirensis</i> Lange-Bertalot	0.017	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula microcari</i> Lange-Bertalot	0.016	↓	0.00	0.002
<i>Navicula mutica</i> Kützing f. <i>densestriata</i> Compère	0.003	=	0.00	0.462
<i>Navicula microdigitoradiata</i> Lange-Bertalot	0.005	=	0.00	0.840
<i>Navicula menisculus</i> Schumann	2.631	↓	-0.22	0.002
<i>Navicula margalithii</i> Lange-Bertalot	0.020	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow in Cleve & Möller	0.349	=	0.00	0.954
<i>Navicula neomundana</i> (Lange-Bertalot & Rumrich) Lange-Bertalot, Jarlman & Van de Vijver	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula notha</i> Wallace	0.042	=	0.00	0.588
<i>Navicula novaesiberica</i> Lange-Bertalot	0.167	↓	-0.01	0.002
<i>Navicula oblonga</i> Kützing	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula oligotraphenta</i> Lange-Bertalot & Hofmann	0.381	↓	-0.04	0.002
<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt	0.021	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia ovalis</i> Arnott ex Grunow in Cl. & Grun.	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith var. <i>debilis</i> (Kützing)Grunow in Cleve & Grunow	1.311	↑	0.03	0.006
<i>Nitzschia paleacea</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	7.932	=	0.03	0.406
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	16.830	↓	-0.67	0.002
<i>Nitzschia parvula</i> W.M.Smith	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula phylleptosoma</i> Lange-Bertalot	0.022	=	0.00	0.484
<i>Navicula phyllepta</i> Kützing	0.021	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia palustris</i> Hustedt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia pumila</i> Hustedt	0.043	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula perminuta</i> Grunow in Van Heurck	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula praeterita</i> Hustedt	0.006	=	0.00	0.264
<i>Navicula peregrina</i> (Ehr.) Kützing	0.009	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia perspicua</i> Cholnoky	0.001	=	0.00	0.618
<i>Navicula pseudolanceolata</i> Lange-Bertalot	0.073	↓	-0.01	0.002
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0.156	↓	-0.01	0.002
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	2.398	↑	0.03	0.004
<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1.082	↓	-0.03	0.040
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch in Rabenhorst	0.963	↓	-0.02	0.004
<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow in Cl. & Möller	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia reversa</i> W.Smith	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula radiosafallax</i> Lange-Bertalot	0.338	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula rhynhotella</i> Lange-Bertalot	0.016	↓	0.00	0.050
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	0.170	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula rostellata</i> Kützing	0.841	↓	-0.01	0.040
<i>Nitzschia rosenstockii</i> Lange-Bertalot	0.009	=	0.00	0.370
<i>Navicula salinarum</i> Grunow f. <i>capitata</i> Schulz	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula salinarum</i> Grunow in Cleve et Grunow	0.107	↓	-0.01	0.002
<i>Navicula salinarum</i> var. <i>rostrata</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.057	↓	-0.01	0.002
<i>Nitzschia subcapitellata</i> Hustedt	0.028	↓	0.00	0.002
<i>Nitzschia sublinearis</i> Hustedt	0.078	=	0.00	0.552
<i>Navicula subcostulata</i> Hustedt	0.001	=	0.00	0.780
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.M.Smith var. <i>diminuta</i> Grunow in Van Heurck	0.004	=	0.00	0.848
<i>Navicula seibigiana</i> Lange-Bertalot	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula schroeteri</i> Meister	0.516	↓	-0.02	0.002
<i>Navicula simulata</i> Manguin	0.999	↓	-0.04	0.002
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.M. Smith	0.040	↓	0.00	0.004
<i>Nitzschia sinuata</i> (Thwaites in W.Sm.) Grunow in Cleve & Grunow	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia sigmaidea</i> (Nitzsch)W. Smith	0.135	↓	-0.01	0.002
<i>Navicula salinicola</i> Hustedt	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula slesvicensis</i> Grunow	0.114	↓	-0.01	0.002
<i>Navicula smeerenburgensis</i> Foged	0.004	=	0.00	0.716

<i>Navicula sancti-naumii</i> Levkov et Metzeltin	0.007	↑	0.00	0.024
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	7.299	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia solgensis</i> Cleve-Euler	0.280	↓	-0.01	0.006
<i>Navicula splendida</i> Van Landingham	0.025	=	0.00	0.896
<i>Nitzschia semirobusta</i> Lange-Bertalot morphotype semirobusta	0.003	=	0.00	0.516
<i>Navicula striolata</i> (Grun.) Lange-Bertalot in Reichardt	0.002	=	0.00	0.740
<i>Nitzschia soratensis</i> Morales & Vis	0.126	=	0.01	0.088
<i>Nitzschia subacicularis</i> Hustedt in A.Schmidt et al.	0.766	↓	-0.01	0.002
<i>Nitzschia tabellaria</i> (Grunow) Grunow in Cl. & Grunow	0.120	=	0.00	0.748
<i>Navicula trophicatrix</i> Lange-Bertalot	0.029	=	0.00	0.380
<i>Navicula tenelloides</i> Hustedt	0.139	↓	-0.01	0.002
<i>Nitzschia terrestris</i> (Petersen) Hustedt	0.002	=	0.00	0.488
<i>Nitzschia thermaloides</i> Hustedt	0.006	=	0.00	0.648
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F.Müller) Bory	29.085	↓	-0.31	0.004
<i>Nitzschia tropica</i> Hustedt	1.849	↓	-0.13	0.002
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	1.914	↓	-0.09	0.002
<i>Nitzschia tubicola</i> Grunow	0.036	↑	0.00	0.010
<i>Nupela lapidosa</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	0.014	=	0.00	0.590
<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	0.189	↓	-0.01	0.002
<i>NUPELA</i> W. Vyverman & P. Compere	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula upsaliensis</i> (Grunow) Peragallo	0.039	↑	0.00	0.002
<i>Navicula vandamii</i> Schoeman & Archibald	0.021	=	0.00	0.942
<i>Naviculadicta laterostrata</i> (Hustedt) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Moser	0.007	=	0.00	0.840
<i>Navicula veneta</i> Kützing	3.418	↓	-0.13	0.002
<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch in Rabenhorst	0.144	↓	-0.01	0.002
<i>Navicula vilaplantii</i> (Lange-Bertalot & Sabater) Lange-Bertalot & Sabater in U.Rumrich Lange-Bertalot & M.Rumrich	0.081	↑	0.00	0.002
<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Ehrenberg	0.383	↓	-0.03	0.002
<i>Nitzschia valdecostata</i> Lange-Bertalot et Simonsen	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula wiesneri</i> Lange-Bertalot	0.006	=	0.00	0.164
<i>Navicula wildii</i> Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Nitzschia wuellerstorffii</i> Lange-Bertalot	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Navicula associata</i> Lange-Bertalot	0.018	=	0.00	0.252
<i>Nitzschia costei</i> Tudesque, Rimet & Ector	3.864	↑	0.30	0.002
<i>Nitzschia abbreviata</i> Hustedt in Schmidt & al.	0.333	=	0.01	0.350
<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot	0.336	=	0.00	0.250
<i>Nitzschia acicularioides</i> Hustedt	0.003	=	0.00	0.246
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M. Smith var.tenuis (W.Smith) Grunow in Cleve & Grunow	0.236	↓	-0.01	0.002
<i>Nitzschia supralitorea</i> Lange-Bertalot	1.282	↓	-0.04	0.002
<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing	0.003	=	0.00	0.160
<i>Opephora mutabilis</i> (Grunow) Sabbe & Vyverman	0.216	=	0.00	0.688
<i>Planothidium abbreviatum</i> (Reimer) Potapova	0.002	=	0.00	0.526
<i>Psammothidium acidoclinatum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	0.004	=	0.00	0.924
<i>Pinnularia angusta</i> (Cleve) Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pleurosigma angulatum</i> (Quekett) W.Smith	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia appendiculata</i> (Agardh) Cleve	0.019	=	0.00	0.938
<i>Planothidium aueri</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> var.capitata (Hérib.)Andresen Stoermer & Kreis	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> Grun.var. inflata (Pant.) Edlund	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	0.017	↓	0.00	0.002
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg var.scalariformis (Ehr.) Rabenhorst	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Placoneis clementioides</i> (Hustedt) Cox	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Placoneis clementis</i> (Grunow) Cox	0.043	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pantocsekiella comensis</i> (Grunow in Van Heurck) K.T. Kiss et Ács	0.025	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pantocsekiella costei</i> (Druart et F. Straub) K.T. Kiss et Ács	0.141	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Placoneis subclementis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia cuneola</i> Reichardt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Planothidium dauyi</i> (Foged) Lange-Bertalot	0.131	=	0.00	0.624
<i>Parlibellus delognei</i> (Van Heurck) Cox	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Parlibellus densepunctatus</i> (Van Landingham) Cox	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Placoneis dicephala</i> (W.Smith) Mereschkowsky	0.004	N.C.	N.C.	N.C.

<i>Psammothidium didymum</i> (Hustedt) Bukhtiyarova et Round	0.035	=	0.00	0.942
<i>Pseudopodosira westii</i> (W.Smith) Sheshukova-Poretzkaya & Gleser	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) Cox	0.029	↓	0.00	0.006
<i>Placoneis exigua</i> (Gregory) Mereschkowsky	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Peronia fibula</i> (Breb.ex Kütz.) Ross	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pseudofallacia tenera</i> (Hustedt) Liu Kociolek & Wang	0.010	=	0.00	0.776
<i>Placoneis gastrum</i> (Ehr.) Mereschkowsky	0.004	↓	0.00	0.010
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	0.002	↓	0.00	0.026
<i>Psammothidium grischunum</i> (Wuthrich) Bukhtiyarova et Round	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Planothidium granum</i> (Hohn & Hellerman) Lange-Bertalot	0.075	=	0.00	0.442
<i>Placogeia similis</i> (Krasske) Bukhtiyarova	0.004	=	0.00	0.782
<i>Planothidium haynaldii</i> (Schaarschmidt) Lange-Bertalot	0.001	=	0.00	0.762
<i>Psammothidium helveticum</i> (Hustedt) Bukhtiyarova et Round	0.119	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Planothidium holstii</i> (Cleve) Lange-Bertalot	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia anglica</i> Krammer	0.003	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia intermedia</i> (Lagerstedt) Cleve	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pantocsekiella polymorpha</i> (B. Meyer et Håkansson) K.T. Kiss et Ács	0.049	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Planothidium biporumum</i> (Hohn & Hellerman) Lange-Bertalot	0.011	=	0.00	0.126
<i>Planothidium engelbrechtii</i> (Choln.) Round & Bukhtiyarova	0.088	=	0.00	0.174
<i>Pleurosira laevis</i> (Ehrenberg) Compère	0.015	=	0.00	0.728
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	8.119	↑	0.13	0.002
<i>Pinnularia legumiformis</i> Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Placoneis hambergii</i> (Hustedt) Bruder & Medlin	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Platessa holsatica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.009	=	0.00	0.500
<i>Platessa hustedtii</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0.281	↑	0.01	0.030
<i>Placoneis ignorata</i> (Schimanski) Lange-Bertalot	0.007	=	0.00	0.470
<i>Planothidium ellipticum</i> (P.T. Cleve) M. B. Edlund	0.096	↓	-0.01	0.002
<i>Planothidium reichardtii</i> Lange-Bertalot & Werum	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Platessa rupestris</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Platessa stewartii</i> (Patrick) Potapova	0.001	=	0.00	0.704
<i>Platessa lutheri</i> (Hustedt) Potapova	0.003	=	0.00	0.340
<i>Pinnularia lundii</i> Hustedt	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Psammothidium levanderi</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	0.008	=	0.00	0.734
<i>Pinnularia macilenta</i> Ehrenberg	0.002	=	0.00	0.774
<i>Psammothidium microscopicum</i> (Cholnoky) S. Blanco	0.014	=	0.00	0.424
<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehrenberg) W.M. Smith	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cleve	0.035	↓	0.00	0.002
<i>Placoneis minor</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Planothidium minutissimum</i> (Krasske) Morales	0.059	↑	0.00	0.012
<i>Pseudofallacia monoculata</i> (Hustedt) Liu Kociolek & Wang	0.132	↓	0.00	0.016
<i>Psammothidium marginulatum</i> (Grun) Bukhtiyarova & Round	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Planothidium minusculum</i> (Hustedt) Witkowski, Kulikovskiy et Pliński	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia neomajor</i> Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia obscura</i> Krasske	0.006	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia obtusicuneata</i> Lange-Bertalot Krammer & Rumrich	0.003	=	0.00	0.934
<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T. Kiss et Ács	0.233	=	0.00	0.188
<i>Planothidium pericavum</i> (Carter) Lange-Bertalot	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Paraplaconeis placentula</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy & Lange-Bertalot	0.050	↓	0.00	0.002
<i>Prestauroneis protractoides</i> (Hustedt) Q. Liu & Kociolek	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia perirrorata</i> Krammer	0.002	=	0.00	0.348
<i>Pseudostauroneis parasitica</i> (W.Smith) Morales	0.168	↓	0.00	0.020
<i>Prestauroneis protracta</i> (Grunow ex Cleve) Q. Liu & Kociolek	0.131	=	0.00	0.934
<i>Placoneis pseudanglica</i> (Lange-Bertalot) Cox	0.012	=	0.00	0.198
<i>Pinnularia pulchra</i> Østrup	0.001	=	0.00	0.664
<i>Pinnularia parvulissima</i> Krammer	0.001	=	0.00	0.826
<i>Planothidium robustius</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.014	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Psammothidium rossii</i> (Hustedt) Bukhtiyarova et Round	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pantocsekiella rossii</i> (Håkansson) K.T. Kiss et Ács	0.018	=	0.00	0.920
<i>Planothidium rostratum</i> (Østrup) Lange-Bertalot	0.622	=	0.00	0.778
<i>Pinnularia rupestris</i> Hantzsch in Rabenhorst	0.016	↓	0.00	0.002
<i>Pseudostauroneis brevistriata</i> (Grun. in Van Heurck) Williams & Round	2.832	↑	0.10	0.002

<i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory	0.032	=	0.00	0.520
<i>Pinnularia scotica</i> Krammer	0.001	=	0.00	0.846
<i>Psammothidium scoticum</i> (Flower & Jones) Bukhtiyarova et Round	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory var. <i>elongata</i> Krammer	0.004	=	0.00	0.080
<i>Pinnularia subgibba</i> Krammer	0.005	=	0.00	0.294
<i>Pantocsekiella schumannii</i> (Grunow in Schneider) K.T. Kiss et Ács	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia schoenfelderi</i> Krammer	0.011	↓	0.00	0.044
<i>Pinnularia silvatica</i> Petersen	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia sinistra</i> Krammer	0.014	=	0.00	0.578
<i>Pinnularia stomatophora</i> (Grun.)Cl. var. <i>irregularis</i> Krammer	0.001	=	0.00	0.880
<i>Pseudostaurosira medliniae</i> D.M.Williams & Morales	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pseudostaurosira perminuta</i> (Grunow) Sabbe & Vyverman	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pinnularia subrupestris</i> Krammer	0.004	=	0.00	0.418
<i>Pseudostaurosira subsalina</i> (Hustedt) Morales	0.572	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pseudostaurosira elliptica</i> (Schumann) Edlund, Morales & Spaulding	0.361	=	0.01	0.082
<i>Pinnularia sudetica</i> (Hilse) Hilse in Rabh.	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	0.004	=	0.00	0.258
<i>Placoneis symmetrica</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Platessa conspicua</i> (A.Mayer) Lange-Bertalot	5.907	=	-0.07	0.150
<i>Planothidium delicatulum</i> (Kütz.) Round & Bukhtiyarova	0.579	=	0.00	0.678
<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	0.039	=	0.00	0.262
<i>Planothidium hauckianum</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	0.277	=	0.01	0.554
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	6.651	↓	-0.28	0.002
<i>Platessa montana</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0.003	↓	0.00	0.014
<i>Planothidium polaris</i> (Østrup) Witkowski & Lange-Bertalot	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Praestephanos triporus</i> (Genkal & G.V. Kuzmin) Tuji & J.-S. Ki	0.804	↑	0.03	0.002
<i>Planothidium septentrionalis</i> (Østrup) Round & Bukhtiyarova	0.003	↓	0.00	0.002
<i>Psammothidium subsalsum</i> (Petersen) Kulikowskij, Witkowski et Pliński	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Punctastriata lancettula</i> (Schumann) Hamilton & Siver	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Placoneis undulata</i> (Østrup) Lange-Bertalot	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pseudostaurosira</i> (as <i>Punctastriata</i>) <i>subconstricta</i> (Grunow) Kulikovskij & Genkal	0.131	↓	0.00	0.012
<i>Psammothidium ventrale</i> (Krasske) Bukhtiyarova et Round	0.002	=	0.00	0.832
<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer var. <i>viridiformis</i> morphotype 1	0.003	=	0.00	0.234
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg var. <i>viridis</i> morphotype 1	0.009	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Pantocsekiella wuethrichiana</i> (Druart et F. Straub) K.T. Kiss et Ács	0.008	↓	0.00	0.016
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	31.392	=	0.03	0.878
<i>Rhaphoneis amphicerus</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	0.019	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Rhopalodia constricta</i> (W.Smith) Krammer	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O.Müller	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Rossethidium pusillum</i> (Grunow) F.E.Round & Bukhtiyarova	0.041	=	0.00	0.220
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	8.058	↑	0.10	0.006
<i>Reimeria uniseriata</i> Sala Guerrero & Ferrario	0.609	↑	0.02	0.002
<i>Sellaphora absoluta</i> (Hustedt) C.E. Wetzel, Ector, Van De Vijver, Compère et D.G. Mann	0.012	=	0.00	0.228
<i>Stephanodiscus agassizensis</i> Håkansson & Kling	0.007	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Stephanodiscus alpinus</i> Hustedt in Huber-Pestalozzi	1.020	↓	-0.08	0.002
<i>Surirella angusta</i> Kützing	0.321	↓	-0.01	0.002
<i>Sellaphora arvensis</i> (Hustedt) C.E. Wetzel et Ector	0.232	=	0.00	0.394
<i>Surirella birostrata</i> Hustedt in Schmidt & al.	0.003	=	0.00	0.364
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer et Lange-Bertalot	0.234	=	0.00	0.072
<i>Staurosira binodis</i> Lange-Bertalot in Hofmann Werum & Lange-Bertalot	1.664	=	0.02	0.108
<i>Stephanodiscus binatus</i> Håkansson & Kling	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	1.991	↓	-0.09	0.002
<i>Surirella brightwellii</i> W.Smith	0.008	↓	0.00	0.002
<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot f. <i>anormale</i>	0.014	=	0.00	0.682
<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	1.730	↓	-0.04	0.008
<i>Sellaphora cosmopolitana</i> (Lange-Bertalot) C.E. Wetzel et Ector	0.018	=	0.00	0.694
<i>Sellaphora crassulexigua</i> Wetzel, Ector, Van de Vijver, Compère & D.G.Mann	0.068	↑	0.01	0.032
<i>Surirella crumena</i> Brebisson ex Kützing	0.145	↓	-0.01	0.002

<i>Sellaphora difficillima</i> (Hustedt) C.E. Wetzel, Ector et D.G. Mann	0.050	=	0.00	0.118
<i>Sellaphora atomoides</i> Wetzel & Van de Vijver	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	0.100	↓	-0.01	0.002
<i>Sellaphora laevis</i> (Kützing) D.G. Mann	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Surirella elliptica</i> Brébisson ex Kützing	0.126	↓	-0.01	0.002
<i>Sellaphora tridentula</i> (Krasske) C.E. Wetzel	0.016	=	0.00	0.240
<i>Sellaphora utermoehlii</i> (Hustedt) C.E. Wetzel et D.G. Mann	0.014	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Stauroforma exiguiformis</i> (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	0.030	=	0.00	0.166
<i>Surirella gracilis</i> (W.Smith) Grunow	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Surirella grunowii</i> Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Witkowski	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	1.401	↓	-0.05	0.002
<i>Sellaphora hustedtii</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Werum	0.002	=	0.00	0.744
<i>Simonsenia delognei</i> Lange-Bertalot	0.885	↑	0.02	0.012
<i>Sellaphora japonica</i> (Kobayasi) H. Kobayasi in Mayama & Kawashima	0.018	=	0.00	0.082
<i>Skabitschewskia oestrupii</i> (Cleve-Euler) Kulikovskiy & Lange-Bertalot	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Skeletonema potamos</i> (Weber) Hasle	1.202	↑	0.06	0.004
<i>Skeletonema subsalsum</i> (Cleve-Euler) Bethge	0.009	↓	0.00	0.004
<i>Staurosirella leptostauron</i> (Ehr.) Williams & Round	0.019	↑	0.00	0.024
<i>Staurosirella mutabilis</i> (W. Smith) E. Morales & Van de Vijver	0.068	↑	0.00	0.032
<i>Staurosira lapponica</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0.008	=	0.00	0.268
<i>Sellaphora medioconvexa</i> (Hustedt) C.E. Wetzel	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Stephanodiscus medius</i> Håkansson	0.283	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Stephanodiscus neoastraea</i> Håkansson et Hickel	1.601	=	0.02	0.420
<i>Staurosira neoproducta</i> (Lange-Bertalot) Chudaev et Gololobova	0.012	=	0.00	0.886
<i>Sellaphora nyassensis</i> (O.Müller) D.G. Mann	0.005	=	0.00	0.158
<i>Staurosira oldenburgiana</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0.008	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	0.022	↓	0.00	0.002
<i>Stephanodiscus parvus</i> Stoermer et Håkansson	0.098	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Staurosira pseudoconstruens</i> (Marciniak) Lange-Bertalot	0.001	=	0.00	0.994
<i>Stauroneis pseudogregis</i> Lange-Bertalot & Werum	0.001	=	0.00	0.614
<i>Sellaphora pseudoarvensis</i> (Hustedt) C.E. Wetzel et Ector	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch.) Ehrenberg	0.012	↓	0.00	0.002
<i>Staurophora salina</i> (Wm.Smith) Mereschkowsky	0.003	↓	0.00	0.022
<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) Williams&Round	0.237	↑	0.02	0.002
<i>Sellaphora pseudopupula</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0.001	=	0.00	0.648
<i>Skabitschewskia peragalli</i> (Brun & Heribaud) Kulikovskiy & Lange-Bertalot	0.011	=	0.00	0.786
<i>Sellaphora pseudoventralis</i> (Hustedt) C.E. Wetzel, Ector, Van de Vijver, Compère et D.G. Mann	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowsky	1.117	↓	-0.04	0.002
<i>Surirella roba</i> Leclercq	0.052	=	0.00	0.160
<i>Staurosira robusta</i> (Fusey) Lange-Bertalot	0.004	=	0.00	0.366
<i>Staurosira dubia</i> Grunow in Cleve & Moeller	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Sellaphora rhombelliptica</i> (Gerd Moser, Lange-Bertalot et Metzeltin) C.E. Wetzel, et Ector	0.026	=	0.00	0.062
<i>Staurosira martyi</i> (Heribaud) Lange-Bertalot	0.004	↓	0.00	0.004
<i>Stenopterobia robusta</i> Hustedt	0.010	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Staurosira pinnata</i> Ehrenberg	1.058	↓	-0.07	0.002
<i>Staurosira alpestris</i> (Krasske ex Hustedt) Van de Vijver	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Sellaphora rotunda</i> (Hustedt) C.E. Wetzel, Ector, Van De Vijver, Compère et D.G. Mann	0.007	=	0.00	0.200
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G. Mann	8.532	↓	-0.15	0.030
<i>Stauroneis senegalensis</i> Guermeur	0.011	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Sellaphora silvahercynia</i> (Lange-Bertalot) C.E. Wetzel	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Staurosira leptostauron</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy & Genkal	0.328	=	0.00	0.520
<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	0.080	↓	0.00	0.002
<i>Staurosira mutabilis</i> (Wm Smith) Grunow	0.310	↑	0.02	0.002
<i>Surirella solea</i> (Brébisson) Ruck, Nakov, Alverson & Theriot	0.311	↓	-0.02	0.002
<i>Sellaphora subrotundata</i> (Hustedt) C.E. Wetzel, Ector, Van De Vijver, Compère et D.G. Mann	0.124	=	0.00	0.272
<i>Sellaphora stroemii</i> (Hustedt) Kobayasi in Mayama Idei Osada & Nagumo	0.028	=	0.00	0.786
<i>Surirella suecica</i> Grunow in Van Heurck	0.119	=	0.00	0.936

<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller	2.962	↑	0.06	0.002
<i>Stauroneis acuta</i> W.Smith	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	0.010	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Stauroneis baikalensis</i> Skvortzow	0.064	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Surirella terricola</i> Lange-Bertalot & Alles in Lange-Bertalot & al.	0.017	↓	0.00	0.016
<i>Staurosira triangexigua</i> Kulikovskiy & Genkal	0.001	=	0.00	0.726
<i>Stauroneis thermicola</i> (Boye-Petersen) Lund	0.055	=	0.00	0.092
<i>Stauroneis kriegeri</i> Patrick	0.005	=	0.00	0.670
<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Round	0.034	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Staurosirella ovata</i> Morales	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
STAUROPHORA <i>C. Mereschkowsky</i>	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Staurosirella pinnata</i> var. <i>intercedens</i> (Grunow in V.Heurck) Hamilton	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Stauroneis separanda</i> Lange-Bertalot & Werum	0.002	=	0.00	0.376
<i>Stephanodiscus tenuis</i> Hustedt	3.121	↓	-0.12	0.002
<i>Surirella minuta</i> Brébisson ex Kützing	0.118	↓	0.00	0.002
<i>Surirella tenera</i> Greg.f.manguini Kociolek & Reviere	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Sellaphora verecundiae</i> Lange-Bertalot	0.002	=	0.00	0.826
<i>Sellaphora ventraloconfusa</i> (Lange-Bertalot) Metzeltin & Lange-Bertalot	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Tryblionella angustata</i> W.M. Smith	0.083	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Thalassiosira baltica</i> (Grunow) Ostenfeld	0.002	↓	0.00	0.028
<i>Thalassiosira bramaputrae</i> (Ehr.) Håkansson & Locker	0.070	=	0.00	0.178
<i>Tryblionella calida</i> (Grunow in Cl. & Grun.) D.G. Mann in Round Crawford & Mann	0.024	↓	0.00	0.012
<i>Tryblionella coarctata</i> (Grunow in Cl. & Grun.) D.G. Mann	0.007	=	0.00	0.914
<i>Tryblionella debilis</i> Arnott ex O'Meara	0.074	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Tabularia fasciculata</i> (C.A. Agardh) Williams et Round	0.534	=	-0.01	0.126
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	0.226	=	0.01	0.094
<i>Thalassiosira gessneri</i> Hustedt	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Tryblionella granulata</i> (Grunow) D.G. Mann	0.002	↓	0.00	0.010
<i>Tryblionella gracilis</i> W.Smith	0.009	↓	0.00	0.002
<i>Tryblionella gracilis</i> W.Smith var. <i>subsalina</i> (O'Meara) Aboal	0.002	=	0.00	0.872
<i>Thalassiosira lacustris</i> (Grunow) Hasle in Hasle & Fryxell	0.219	↑	0.01	0.016
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (Grunow) Mereschkowsky	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann in Round & al.	0.299	↓	-0.02	0.002
<i>Tryblionella kuetzingii</i> Alvarez-Blanco & S.Blanco	0.910	↓	-0.04	0.002
<i>Tryblionella levidensis</i> Wm. Smith	0.342	↓	-0.01	0.002
<i>Tryblionella navicularis</i> (Breb. ex. Kützing) Ralfs in Pritchard	0.006	=	0.00	0.056
<i>Thalassiosira pacifica</i> Gran et Angst	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Thalassiosira proschkinae</i> Makarova	0.001	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Thalassiosira pseudonana</i> Hasle et Heimdal	2.107	↓	-0.20	0.002
<i>Trachyneis aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	0.002	=	0.00	0.762
<i>Tryblionella punctata</i> Wm. Smith	0.008	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Tryblionella salinarum</i> (Grunow in Cleve & Grunow) Pelletan	0.007	=	0.00	0.336
<i>Tabularia tabulata</i> (C.A. Agardh) Snoeijs	0.005	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Tabellaria ventricosa</i> Kützing	0.030	=	0.00	0.540
<i>Tryblionella victoriae</i> Grunow	0.002	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Thalassiosira visurgis</i> Hustedt	0.007	=	0.00	0.102
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	0.708	↓	-0.04	0.002
<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	0.137	=	0.00	0.676
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	0.006	=	0.00	0.978
<i>Ulnaria danica</i> (Kützing) Compère et Bukhtiyarova	0.001	=	0.00	0.732
<i>Ulnaria delicatissima</i> var. <i>angustissima</i> (Grunow) Aboal & Silva	0.106	↓	0.00	0.004
<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) Aboal & Silva	0.002	=	0.00	0.252
<i>Ulnaria lanceolata</i> (Kütz.) Compère	0.004	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	4.272	↓	-0.25	0.002

Annexe 2 : Evolution temporelle des espèces de macroinvertébrés (= : stable ; ↓ : diminution ; ↑ : augmentation ; N.C. : non calculé)

Families	Species occ. (%)	Trend	Slope	Two-sided test
<i>Acroloxidae</i>	0.006	↑	0.012	0.022
<i>Aeshnidae</i>	0.010	=	0.010	0.102
<i>Agriotypidae</i>	0.001	↑	0.002	0.006
<i>Anthomyidae</i>	0.035	=	-0.012	0.592
<i>Aphelocheiridae</i>	0.261	↓	-0.497	0.002
<i>Asellidae</i>	2.298	=	-1.362	0.264
<i>Astacidae</i>	0.005	N.C.	-0.016	N.C.
<i>Athericidae</i>	0.248	=	-0.162	0.224
<i>Atyidae</i>	0.041	=	0.006	0.942
<i>Baetidae</i>	7.587	N.C.	2.228	N.C.
<i>Beraeidae</i>	0.089	↓	-0.391	0.004
<i>Bithyniidae</i>	0.337	N.C.	-0.173	N.C.
<i>Blephariceridae</i>	0.024	=	0.035	0.160
<i>Brachycentridae</i>	1.333	↑	4.066	0.002
<i>Branchiobdellidae</i>	0.001	N.C.	0.006	N.C.
<i>Caenidae</i>	1.433	=	0.601	0.244
<i>Calamoceratidae</i>	0.000	N.C.	0.003	N.C.
<i>Calopterygidae</i>	0.240	N.C.	0.048	N.C.
<i>Cambaridae</i>	0.014	=	-0.040	0.538
<i>Capniidae</i>	0.000	=	0.000	0.976
<i>Ceratopogonidae</i>	0.213	=	0.537	0.522
<i>Chaoboridae</i>	0.037	N.C.	-0.192	N.C.
<i>Chironomidae</i>	24.690	=	6.560	0.230
<i>Chloroperlidae</i>	0.005	=	0.008	0.140
<i>Chrysomelidae</i>	0.001	N.C.	-0.009	N.C.
<i>Coenagrionidae</i>	0.136	=	-0.340	0.144
<i>Cordulegasteridae</i>	0.010	=	-0.009	0.728
<i>Corduliidae</i>	0.004	=	0.010	0.132
<i>Corixidae</i>	0.423	=	0.269	0.320
<i>Corophiidae</i>	0.000	N.C.	0.000	N.C.
<i>Crambidae</i>	0.002	=	0.001	0.638
<i>Crangonyctidae</i>	0.021	↑	0.122	0.008
<i>Culicidae</i>	0.005	=	0.008	0.780
<i>Cylindrotomidae</i>	0.010	N.C.	0.040	N.C.
<i>Cyrenidae</i>	0.228	↑	0.824	0.002
<i>Dendrocoelidae</i>	0.060	=	-0.189	0.244
<i>Dixidae</i>	0.008	↑	0.029	0.002
<i>Dolichopodidae</i>	0.001	=	-0.004	0.112
<i>Dreissenidae</i>	0.013	N.C.	-0.024	N.C.
<i>Dryopidae</i>	0.036	=	-0.019	0.576

<i>Dugesiidae</i>	0.910	=	0.239	0.818
<i>Dytiscidae</i>	0.101	↑	0.122	0.050
<i>Ecnomidae</i>	0.005	=	-0.009	0.162
<i>Elmidae</i>	5.074	↑	8.021	0.002
<i>Empididae</i>	0.123	=	0.071	0.164
<i>Ephemerellidae</i>	2.806	=	-1.351	0.204
<i>Ephemeridae</i>	0.224	=	-0.085	0.694
<i>Ephydriidae</i>	0.018	N.C.	-0.010	N.C.
<i>Erpobdellidae</i>	0.443	↓	-1.126	0.002
<i>Ferrissiidae</i>	0.031	↓	-0.125	0.04
<i>Gammaridae</i>	19.181	↑	17.385	0.002
<i>Gerridae</i>	0.053	N.C.	-0.193	N.C.
<i>Glossiphoniidae</i>	0.287	↓	-0.478	0.004
<i>Glossosomatidae</i>	0.095	↑	0.253	0.008
<i>Goeridae</i>	0.135	↑	0.208	0.020
<i>Gomphidae</i>	0.082	=	-0.060	0.418
<i>Gyrinidae</i>	0.053	N.C.	-0.023	N.C.
<i>Haliplidae</i>	0.065	↓	-0.139	0.016
<i>Hebridae</i>	0.000	↓	-0.001	0.010
<i>Helophoridae</i>	0.002	=	0.000	0.930
<i>Heptageniidae</i>	0.439	N.C.	0.080	N.C.
<i>Hirudidae</i>	0.000	↓	-0.001	0.032
<i>Hydraenidae</i>	0.064	↑	0.103	0.002
<i>Hydrobiidae</i>	4.758	=	5.919	0.114
<i>Hydrochidae</i>	0.000	=	0.000	0.686
<i>Hydrometridae</i>	0.006	=	0.000	0.992
<i>Hydrophilidae</i>	0.020	=	-0.017	0.102
<i>Hydropsychidae</i>	5.294	=	1.624	0.228
<i>Hydroptilidae</i>	1.115	=	-0.587	0.330
<i>Hydroscaphidae</i>	0.029	=	0.098	0.728
<i>Hygrobiidae</i>	0.000	=	-0.001	0.424
<i>Lepidostomatidae</i>	0.359	=	0.189	0.466
<i>Leptoceridae</i>	0.785	=	-0.498	0.262
<i>Leptophlebiidae</i>	0.073	↑	0.172	0.002
<i>Lestidae</i>	0.002	=	-0.007	0.236
<i>Leuctridae</i>	1.207	↑	1.259	0.002
<i>Libellulidae</i>	0.002	↓	-0.003	0.010
<i>Limnephilidae</i>	0.264	=	-0.057	0.768
<i>Limoniidae</i>	0.321	=	0.072	0.680
<i>Lymnaeidae</i>	0.415	N.C.	-0.791	N.C.
<i>Margaritiferidae</i>	0.000	N.C.	0.000	N.C.
<i>Mesoveliidae</i>	0.002	N.C.	-0.009	N.C.
<i>Molannidae</i>	0.003	=	0.004	0.148

<i>Naucoridae</i>	0.097	↓	-0.553	0.002
<i>Nemouridae</i>	0.253	=	0.168	0.396
<i>Nepidae</i>	0.002	=	0.000	0.828
<i>Neritidae</i>	0.257	N.C.	-0.062	N.C.
<i>Niphargidae</i>	0.000	↑	0.003	0.002
<i>Noteridae</i>	0.000	N.C.	0.000	N.C.
<i>Notonectidae</i>	0.011	=	-0.064	0.070
<i>Odontoceridae</i>	0.020	↑	0.033	0.006
<i>Oligoneuriidae</i>	0.070	=	-0.019	0.758
<i>Osmylidae</i>	0.001	↓	-0.003	0.028
<i>Perlidae</i>	0.051	↓	-0.145	0.046
<i>Perlodidae</i>	0.046	N.C.	-0.172	N.C.
<i>Philopotamidae</i>	0.089	=	-0.072	0.426
<i>Phryganeidae</i>	0.001	=	0.000	0.746
<i>Physidae</i>	0.171	=	0.043	0.774
<i>Piscicolidae</i>	0.033	=	-0.032	0.540
<i>Planariidae</i>	0.309	↓	-0.617	0.048
<i>Planorbidae</i>	1.226	=	-0.914	0.322
<i>Platycnemididae</i>	0.154	=	-0.259	0.074
<i>Pleidae</i>	0.000	=	-0.001	0.646
<i>Polycentropodidae</i>	0.413	N.C.	-0.114	N.C.
<i>Polymitarcyidae</i>	0.036	N.C.	0.054	N.C.
<i>Pontogammaridae</i>	0.008	↑	0.046	0.024
<i>Potamanthidae</i>	0.082	N.C.	-0.205	N.C.
<i>Prosopistomatidae</i>	0.000	N.C.	0.000	N.C.
<i>Psephenidae</i>	0.006	N.C.	-0.049	N.C.
<i>Psychodidae</i>	0.040	=	-0.037	0.222
<i>Psychomyiidae</i>	0.379	↑	1.045	0.002
<i>Ptychopteridae</i>	0.001	↑	0.005	0.028
<i>Rhagionidae</i>	0.001	=	0.000	0.714
<i>Rhyacophilidae</i>	0.379	↓	-0.679	0.002
<i>Scatophagidae</i>	0.000	=	0.001	0.222
<i>Sciomyzidae</i>	0.000	=	0.000	0.980
<i>Scirtidae</i>	0.004	N.C.	0.004	N.C.
<i>Sericostomatidae</i>	0.332	=	-0.400	0.068
<i>Sialidae</i>	0.052	=	0.010	0.876
<i>Simuliidae</i>	8.763	=	3.177	0.396
<i>Siphonuridae</i>	0.000	=	-0.002	0.112
<i>Sisyridae</i>	0.007	=	-0.001	0.980
<i>Spercheidae</i>	0.000	=	0.000	0.544
<i>Sphaeriidae</i>	1.696	↑	2.468	0.004
<i>Stratiomyidae</i>	0.002	=	-0.003	0.104
<i>Syrphidae</i>	0.000	N.C.	0.000	N.C.

<i>Tabanidae</i>	0.029	=	0.015	0.244
<i>Taeniopterygidae</i>	0.009	=	0.018	0.322
<i>Tipulidae</i>	0.064	=	-0.084	0.054
<i>Unionidae</i>	0.003	=	0.003	0.188
<i>Valvatidae</i>	0.173	=	-0.484	0.552
<i>Veliidae</i>	0.004	=	-0.009	0.076
<i>Viviparidae</i>	0.007	N.C.	-0.043	N.C.

Annexe 3 : Evolution temporelle des espèces de poissons (= : stable ; ↓ : diminution ; ↑ : augmentation ; N.C. : non calculé)

Species	Species occ. (%)	Trend	Slope	Two-sided test
<i>Abramis brama</i>	0.14	↓	-14.92	0.002
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	1.64	↑	45.33	0.028
<i>Alburnus alburnus</i>	1.46	↓	-72.69	0.02
<i>Anguilla anguilla</i>	1.82	↓	-49.84	0.016
<i>Barbus barbus</i>	1.02	=	-3.99	0.224
<i>Barbus meridionalis</i>	0.04	=	-1.27	0.052
<i>Blennius fluviatilis</i>	0.01	=	-0.05	0.118
<i>Blicca bjoerkna</i>	0.17	=	-3.21	0.480
<i>Carassius auratus</i>	0.07	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Chondrostoma nasus</i>	0.12	=	4.99	0.484
<i>Chondrostoma toxostoma</i>	0.31	=	-9.20	0.122
<i>Cobitis taenia</i>	0.00	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Cottus gobio</i>	12.50	↑	216.46	0.002
<i>Cyprinus carpio</i>	0.07	=	-1.60	0.274
<i>Esox lucius</i>	0.08	=	-2.37	0.074
<i>Gambusia affinis</i>	0.00	=	-0.01	0.660
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0.12	=	-0.60	0.826
<i>Gobio gobio</i>	12.7	↓	-352.24	0.004
<i>Gymnocephalus cernua</i>	0.03	=	-1.59	0.246
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	0.00	=	0.09	0.100
<i>Ictalurus melas</i>	0.07	=	-0.23	0.524
<i>Lampetra planeri</i>	2.90	=	-57.02	0.608
<i>Lepomis gibbosus</i>	0.53	=	-12.82	0.072
<i>Leucaspis delineatus</i>	0.04	=	-2.61	0.286
<i>Leuciscus cephalus</i>	4.53	↓	-182.21	0.002
<i>Leuciscus leuciscus</i>	1.09	↓	-72.54	0.004
<i>Lota lota</i>	0.02	=	0.12	0.480
<i>Micropterus salmoides</i>	0.00	=	0.08	0.648
<i>Nemacheilus barbatulus</i>	12.65	↓	-362.79	0.002
<i>Onchorhynchus mikiss</i>	0.02	=	-0.32	0.858
<i>Pachychilon pictum</i>	0.10	↑	7.66	0.042
<i>Perca fluviatilis</i>	0.78	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Petromyzon marinus</i>	0.01	=	-0.33	0.504
<i>Phoxinus phoxinus</i>	25.45	=	-261.39	0.246
<i>Platichthys flesus</i>	0.03	=	1.45	0.160
<i>Pseudorasbora parva</i>	0.03	↑	3.19	0.002
<i>Pungitius pungitius</i>	0.54	N.C.	N.C.	N.C.
<i>Rhodeus amarus</i>	0.77	=	22.92	0.200
<i>Rutilus rutilus</i>	5.58	↓	-240.03	0.004

<i>Salmo salar</i>	0.81	=	-17.98	0.318
<i>Salvelinus fontinalis</i>	0.00	=	0.22	0.140
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	0.08	=	0.23	0.720
<i>Silurus glanis</i>	0.00	↑	0.31	0.016
<i>Stizostedion lucioperca</i>	0.01	=	-0.64	0.052
<i>Telestes souffia</i>	0.74	=	-1.26	0.362
<i>Thymallus thymallus</i>	0.03	=	-0.05	0.322
<i>Tinca tinca</i>	0.08	=	-3.37	0.210
<i>Trutta fario</i>	10.81	↓	-161.52	0.002
<i>Umbra pygmaea</i>	0.00	N.C.	N.C.	N.C.

INRAE – Siège d'Antony

1, rue Pierre-Gilles de Gennes
CS 10030
92761 Antony Cedex

01 40 96 61 21

www.inrae.fr

Office Français pour la Biodiversité

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

01 45 14 36 00

www.ofb.gouv.fr