



Inventaire des diatomées sur les lichens et causes de leur présence

Jean Bertrand, Clothier Coste, Delphine Rolland

► To cite this version:

Jean Bertrand, Clothier Coste, Delphine Rolland. Inventaire des diatomées sur les lichens et causes de leur présence. Carnets Natures , 2020, 7, pp.51-77. <hal-03762755>

HAL Id: hal-03762755

<https://hal.science/hal-03762755v1>

Submitted on 29 Aug 2022

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License

Volume 7 - 2020

CARNETS NATURES



Carnetsnatures.fr

Inventaire des diatomées sur les lichens et causes de leur présence

Jean Bertrand¹, Clothier Coste² et Delphine Rolland³

Résumé

Afin de confirmer les résultats de l'étude préliminaire sur la colonisation des lichens par les diatomées, dans cinq régions géographiques explorées, il a été effectué 84 récoltes sur six genres de lichens différents. La situation des lichens près de plans d'eau, de rivières, de routes ou d'isolement a été consignée. L'altitude des lieux où résident les lichens et leurs positions sur les supports tels que des arbres a été soigneusement notée. Dans ces récoltes, il a été relevé 598 espèces de diatomées pour un comptage total de 89 180 frustules. Le nombre de taxons par récolte est extrêmement variable, variant de 22 à 185 pour une moyenne de 62 au lieu de 76 dans l'étude préliminaire. L'abondance absolue des frustules pour un gramme de matière sèche de lichen varie de 1 824 à 1 381 892 pour une moyenne de 73 556. Trente-sept pour cent des espèces ont une occurrence de un (présence sur une seule récolte) et 8,75 % (53 espèces) ont une occurrence de 82 représentants 80 % de l'abondance. La diversité des espèces est particulièrement importante puisqu'elle est en moyenne de 30 % supérieure à cinq autres biotopes tels que rivières, mares, tourbières, déversoirs et sources. Cette diversité est corroborée par les courbes de richesse qui sont majoritairement de forme parabolique, montrant que l'augmentation du nombre d'espèces présentes dans les lichens d'une récolte est continue quel que soit le nombre de frustules comptées.

Le long de grands fleuves ou d'étangs de grandes dimensions, la provenance des diatomées est bien confirmée par l'action des vents prélevant dans l'eau et entraînant les diatomées sur les lichens situés sur les arbres d'environnement immédiat. Par contre l'influence est nulle pour les rivières encaissées, l'intérieur des forêts et même pour des tourbières arborées car les corrélations sont nulles entre les peuplements de diatomées des lichens et les diatomées des eaux. Cependant l'influence de l'homme modifie parfois de manière drastique ce schéma, comme dans le cas d'installations de canons à neige qui puisent l'eau des torrents, des étangs, naturels ou artificiels et la pulvérise avec les diatomées sur tous les végétaux environnants. L'apport éolien est donc confirmé ainsi que le rôle de « coffre-fort » des lichens. Il semble que les diatomées participent d'une manière très faible à la pollution de l'air, puisse que non signalée dans les stations de surveillance.

Mots-clés : lichens, diatomées, algues aéroportées, pollution atmosphérique, colonisation.

Abstract

In order to confirm the results of the preliminary study on the colonisation of lichens by diatoms, in five geographic regions explored, 84 collections were made on six different lichen genera. The situation of lichens near bodies of water, rivers, roads or in isolation was recorded. The elevation of places where the lichens reside and their positions on substrates such as trees were carefully noted. In these samplings, 598 species of diatoms were identified for a total count of 89,180 frustules. The number of taxa per sampling is extremely variable, varying from 22 to 185 for an average of 62 instead of 76 in the preliminary study. The absolute abundance of frustules per one gram of lichen dry matter varies from 1824 to 1 381 892 for an average of 73 556. Thirty-

1. 42 rue de Malvoisine, 45800 Saint Jean de Braye, France. j.r.bertrand@orange.fr

2. 26 rue de Venise, 81100 Castres, France

3. DREAL Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement du Centre-Val de Loire, 5 avenue Buffon, 45064 Orléans, France

seven percent of the species have an occurrence of one (found in one single sampling) and 8.75% (53 species) have an occurrence of 82, representing 80% of the abundance. The diversity of species is particularly important since it is on average 30% higher than five other biotopes such as rivers, ponds, peat bogs, weirs and springs. This diversity is corroborated by the frequency curves which are predominantly parabolic in shape, showing that the increase in the number of species present in the lichens of a sampling is continuous regardless of the number of frustules counted.

Along large rivers and sizeable ponds, the origin of diatoms is well confirmed by the action of winds drawing in water and dragging the diatoms to the lichens located on trees in the immediate environment. On the other hand, the influence is zero for deep-seated rivers, the interior of forests and even for wooded peatlands because correlations are zero between populations of lichen diatoms and water diatoms. However, the influence of humankind sometimes drastically modifies this scheme, as in the case of snow cannon installations drawing water from torrents and ponds, whether natural or artificial, spraying diatoms on all surrounding plant-life. The wind input is therefore confirmed as well as the role of a «strongroom» for lichens. It appears that diatoms contribute very little to air pollution, since they are not reported at monitoring stations.

Keywords: Airborne algae, atmospheric pollution, colonization, diatoms, lichens.

1. Introduction

L'étude préliminaire sur la présence des diatomées sur les lichens (Bertrand *et al.*, 2016) avait permis de constater la quasi-permanence des diatomées sur tous les lichens fruticuleux récoltés. Toutefois, l'échantillonnage restreint en quantité (15 récoltes) et trop localisé ne permettait pas une généralisation du phénomène, tant sur le plan quantitatif que qualitatif et taxonomique des diatomées. De même l'appétence de diatomées spécifiques pour les différents genres de lichens n'avait pas été concluante. Il ressortait de ces résultats provisoires que ces colonisations pouvaient être dues à l'influence éolienne, confortant par ailleurs toutes les recherches dument exposées précédemment sur le rôle des vents dans la dispersion des diatomées (Bertrand *et al.*, 2016). Cependant des points importants et surprenants avaient été soulevés, telle la dominance spécifique de certaines diatomées dans des conditions que l'on ne retrouvait pas ailleurs. Cette dominance méritait d'être approfondie car elle sous entendait que certains taxons de diatomées pouvaient se reproduire sur et/ou dans les lichens. De même, l'abondance exceptionnelle (moy. 76 frustules / récolte dans les lichens au lieu de 37 pour les rivières) et la présence de diatomées fossiles tendait à nous faire admettre que les lichens stockaient les diatomées au cours du temps. Pour confirmer ou infirmer ces résultats, il nous a semblé important de poursuivre ce travail en étendant nos récoltes sur des lieux plus diversifiés et en plus grande quantité comme nous le préconisons dans les conclusions de notre précédent article.

Ce deuxième article va donc se limiter à la composition et à l'analyse des récoltes de diatomées sur divers genres de lichens afin de conforter ou non les résultats de l'article préliminaire en augmentant la base de données jusqu'à 84 récoltes dans cinq régions. Il s'agit également de quantifier en valeur absolue la richesse et l'abondance des diatomées par rapport aux lichens. De mesurer les corrélations des peuplements diatomiques entre genres de lichens contigus aux rivières, lacs, étangs. De s'assurer de l'absence de biais concernant le nombre d'espèces récoltées en fonction des quantités de lichens récoltés et/ou du nombre de diatomées comptées afin d'avoir une vue la plus exacte possible de ces « pollutions » ou « colonisations ».

2. Matériels et méthodes

Les lichens fruticuleux de six genres ont été récoltés : *Usnea*, *Evernia*, *Pseudevernia*, *Ramalina*, *Cladonia* et nous avons ajouté *Parmelia*, un lichen plaqué sur les branches et les rochers, afin de définir si seuls les lichens fruticuleux captaient des diatomées. Ces genres ont été récoltés dans 5 régions : Alpes 6 récoltes, Centre 37, Est 1, Massif central 17, Pyrénées 23 (**Fig. 1**). Les lieux des récoltes ont été choisis pour couvrir la plus grande amplitude des altitudes : 100 à 150 m dans le Centre, 300 m dans l'Est, 180 à 1650 m dans le Massif Central, 170 à 1375 m dans les Pyrénées, 1400 m dans les Alpes. De même la situation des lichens sur les arbres en général a été prise en compte : hauteur minimale 1 m au-dessus du sol jusqu'à 20 mètres au sommet

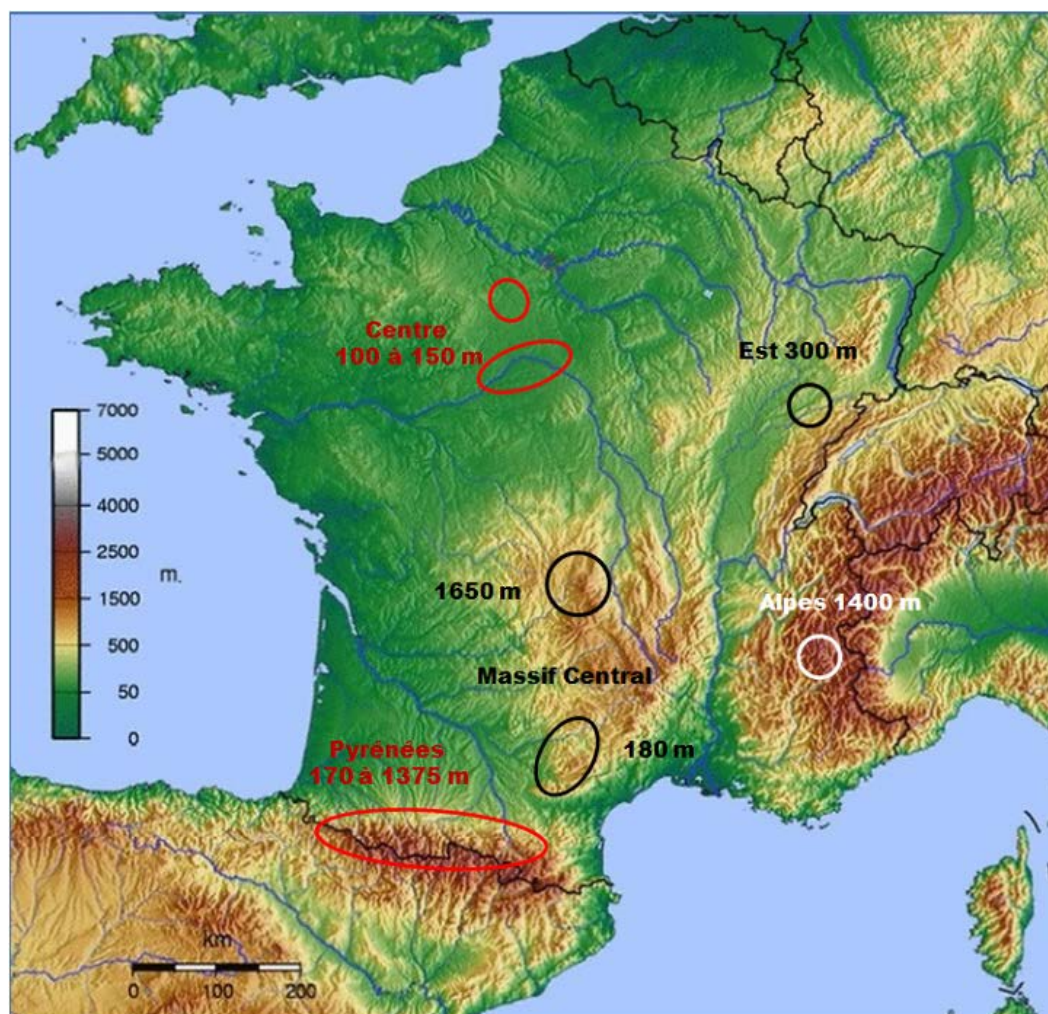


Fig. 1 – Régions et altitudes des prélèvements de lichens.

des arbres sauf pour les *Cladonia* qui sont des genres normalement terrestres. La situation et la distance des lichens par rapport aux rivières ou aux lacs et étangs, ainsi que sur les bords des routes ou dans les forêts ont été consignés également. Dans la mesure du possible un nombre équivalent de récoltes par genres de lichens a été effectué afin d'éviter un biais d'échelle : 13 *Pseudevernia*, 10 *Cladonia*, 15 *Evernia*, 11 *Parmelia*, 12 *Ramalina*, 23 *Usnea*.

La méthode d'isolation des diatomées adoptée lors de la publication précédente semblait longue et délicate. Elle nous a conduit à tenter deux autres méthodes.

2.1. Méthodes inadaptées (essais)

a) Détection avec supports gélatinés pour la capture des diatomées dans les courants aériens.

Dans le précédent article (Bertrand *et al.*, 2016) nous concluons que le vent était prépondérant dans la dispersion des diatomées sur les lichens. Toutefois,

nous voulions une démonstration plus caractéristique, sans ambiguïté et confrontée à l'expérience de Sherwood, Conklin & Liddy (2014), c'est pourquoi nous avons demandé une collaboration bien acceptée par RNSA (Réseau National de Surveillance Aérologiques), organisme de recherche des pollens dans le cadre des avertissements de pollution. Cet organisme récolte des pollens issus d'appareils capteur de vent situé dans des endroits critiques à raison de 10 litres/h pendant 7 jours puis transférés sur des lames enduites de gélatine glycinée, chaque lame représentant 24 heures d'exposition. Il nous a été offert pour nos observations 30 lames ayant été exposées dans 3 villes différentes (Le Puy-en-Velay, Narbonne, Montluçon). Les pollens sont bien distincts ainsi que les quantités importantes de poussières diverses, minérales et végétales. Par contre il a été impossible de détecter la moindre diatomée malgré plusieurs essais à différents systèmes d'éclairage (contraste de phase, interférentiel, polarisation, oblique) et grossissement différents. Peut-être également les

diatomées ne se sont-elles pas posées en grand nombre du fait de la courte exposition (24 heures par lame). Après réflexion et expérimentation avec des diatomées « essicata » de notre collection, montées dans de la gélatine glycinée, les diatomées sont très difficilement discernables en lumière transmise et légèrement apparentes en contraste de phase. La cause étant probablement l'indice de réfraction trop proche de celui de la silice hydratée des frustules. Ce qui met un doute sur les observations de Sherwood *et al.*, (2014) qui n'ont détecté que deux espèces : *Luticola mutica* (Kützinger) D.G. Mann et *Tryblionella debilis* (Arnott ex O'Meara).

b) Digestion par des enzymes. La difficulté d'isolement des diatomées dans ou sur les lichens nous a conduit à essayer la digestion par des enzymes. Enzymes utilisés, par comprimé : Extrait de bile de bœuf. 130 mg pancréatine. 130 mg (concentrée 4x) fournissant protéase, amylase et lipase- bêtaïne. 65 mg, *Aspergillus oryzae*. 65 mg, amylase (1755 DU), papaïne. 32 mg Extrait de pepsine, 30 mg ; préparation simple par dissolution d'un comprimé dans 250 cm³ d'eau déminéralisée nous avait séduits. Or le chauffage à 37°C en étuve pendant 3 mois, avec un contrôle toutes les semaines, ne nous a donné qu'une bouillie d'où il était impossible d'extraire les diatomées. De plus les hyphes du lichen n'étaient qu'en partie digérés. Par contre la quantité considérable de poussières diverses incluses dans les lichens a bien été révélée par la polarisation.

2.2. Méthode définitivement adoptée.

Les diatomées ont été extraites des thalles des lichens ou des podétions (parties érigées) par la méthode

suivante : réhydratation pendant 24 heures avec 3 cm³ d'eau. Puis ajout d'H₂O₂ à 30% dans 125 cm³ d'eau pendant 3 jours. Complément à la précédente étude, la récolte est passée aux ultrasons dans l'eau pendant 20 minutes, puis retrait des thalles de lichens du bécher après une forte agitation. Les sorédies restantes sont concentrées au fond du bécher, elles sont ensuite mises dans de l'H₂O₂ et chauffées à 60°C pendant 24 heures. Après décantation et 3 lavages successifs à l'eau déminéralisée, les diatomées sont prêtes pour le grillage, étape indispensable afin d'éliminer les dernières traces de matières organiques et la chitine des hyphes des sorédies.

Les diatomées traitées sont séchées par évaporation lente sur une lamelle. La lamelle séchée est déposée sur une plaque chauffante à environ 600°C (couleur rouge sombre) pendant 10 minutes, recouverte d'un couvercle afin de confiner la chaleur et éviter les courants convectifs. Après destruction de la matière organique par grillage, y compris la cellulose et la chitine, il ne subsiste normalement que la silice des diatomées et la cendre des résidus.

Après refroidissement de la lamelle, celle-ci est observée au microscope électronique à balayage (MEB) après métallisation, ou bien elle est montée au Naphrax® (indice de réfraction 1,74) pour examen en microscopie photonique à contraste de phase. Les observations des sorédies se font à faible grossissement (40 à 100 X), celles des diatomées au grossissement 1000 X en immersion.

Les comptages en abondance pour détecter le maximum de taxons ont été effectués sur une moyenne de 1 070 frustules par lamelle.

Pour obtenir des valeurs d'abondance absolue des diatomées sur les lichens pour un gramme de matière

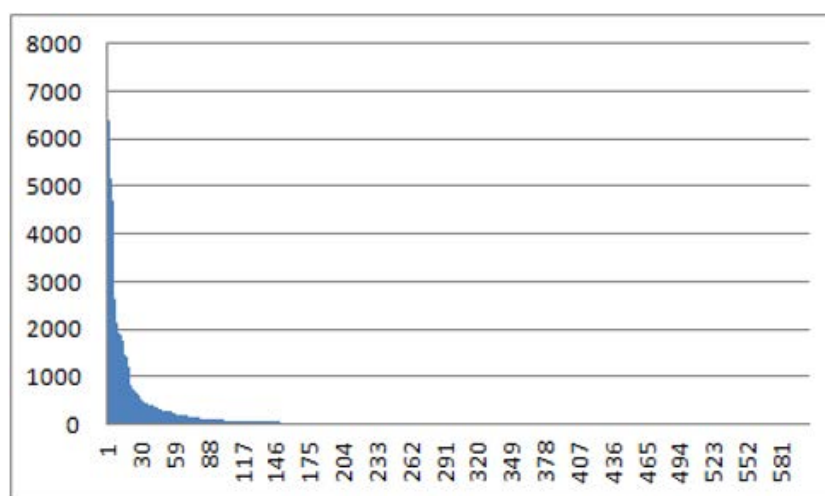


Fig. 2 – Graphique de la répartition des abondances par ordre décroissant de 598 diatomées sur les six genres de lichens.

sèche de lichen, les échantillons séchés ont été pesés avant traitement. Puis les culots ont été dilués dans 3 à 10 cm³ d'eau distillée suivant l'abondance ou l'opacité des résidus, dans laquelle il a été prélevé après homogénéisation cinq gouttes déposées sur une lamelle dégraissée. Les comptages en valeur absolue ont été effectués sur la totalité de la surface déposée (temps moyen d'observation, 10 heures par lame).

À l'aide de la formule suivante, on obtient : Nombre absolu pour un gramme de matière sèche = Nombre de cellules comptées x (volume de dilution / volume des 5 gouttes) / Poids de l'échantillon en grammes (ou surface prélevée en cm²).

Avant de procéder aux calculs de corrélation (Pearson) nous avons normalisé les peuplements diatomiques qui suivent tous une loi hyperbolique (confirmée par le grand écart entre la moyenne et la médiane) par $N_L = (n+1) \times \text{Log}_2$, où « n » correspond au nombre d'individus par espèce, $N_L = \log$ de n.

Les indices de Shannon (Shannon & Weaver 1949) ont été calculés également avec Log_2 , les effectifs par espèces ont aussi été log-transformés.

Les analyses statistiques AFC (analyse factorielle des correspondances) ont été conduites à l'aide du logiciel ADE4 (Doledec & Chessel, 1994 ; Thioulouse *et al.* 1997). Les axes 1 (inertie.10.97%) et 3 (inertie.7.93 %) ont été préférés aux axes 1 et 2 pour une meilleure lisibilité spatiale du graphique.

Petit lexique (rappel)

Abondance : Quantité d'individus de la même espèce dans un lieu donné.

Richesse : Quantité d'espèces dans un lieu donné.

Indice Shannon : Indice mesurant la richesse dans un peuplement donné.

Peuplement : quantité d'espèces et leur abondance dans un lieu donné.

Les genres et espèces des diatomées ont été déterminés d'après Germain (1981), Krammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, b), Krammer (1992), Lange-Bertalot (1993), Lowe *et al.* (2014) ainsi que la littérature la plus récente.

Les genres et espèces de lichens ont été déterminés d'après Smith *et al.* (2009).

Les espèces d'arbres ont été identifiées à l'aide de Blamey & Grey-Wilson (1991).

3. Résultats

Cette étude, basée sur l'examen des 84 récoltes effectuées sur six genres de lichens (poids total de 135,21 grammes, moyenne par récolte 1,61 g.), a permis d'inventorier un total de 598 taxons de diatomées (minimum 22 jusqu'à 185 espèces par récolte), pour un comptage cumulé de 89 451 frustules (93 à 9 600 par récolte, la limite d'exploration étant fixée par la surface du dépôt des 5 gouttes sur la lamelle (**Tableau en annexe**). La caractéristique dominante de ces récoltes est la répartition de l'abondance régressive des espèces selon une loi hyperbolique prononcée de l'abondance relative des espèces (**Fig. 2**). Par ailleurs, la courbe de richesse des espèces (évolution de la richesse en fonction de l'abondance des taxons) s'établit selon une loi de puissance (courbe parabolique **Fig. 3**). En comparaison, dans les milieux où les espèces vivantes sont abondantes et en pleine

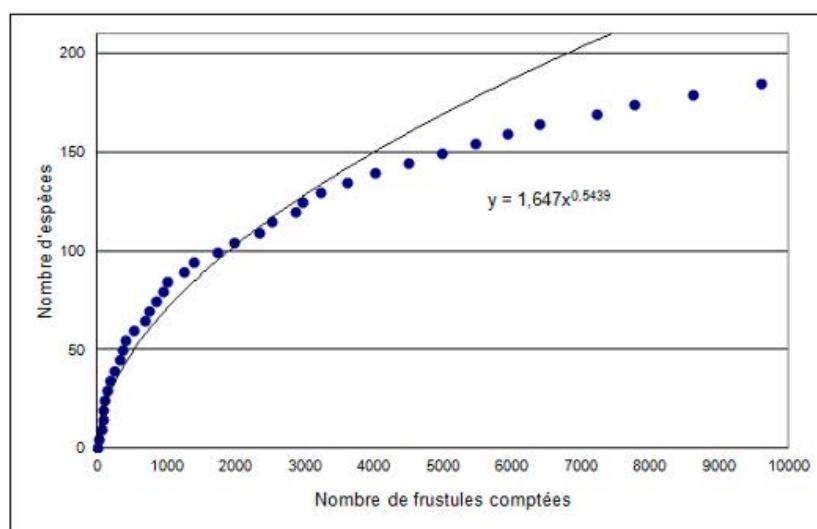


Fig. 3 – Courbe d'apparition de nouvelles espèces (courbe de richesse) de diatomées colonisant un lichen du genre *Ramalina* au cours du comptage jusqu'à 10 000 diatomées dans une même récolte. Cette courbe prend la forme parabolique.

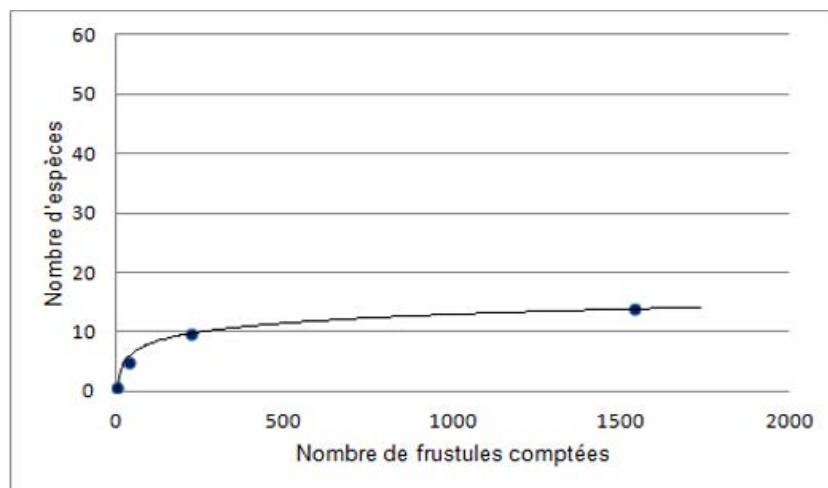


Fig. 4 – Courbe d'apparition de nouvelles espèces (courbe de richesse) de diatomées colonisant le plancton d'un étang au cours du comptage de 1 500 diatomées d'une même récolte. Cette courbe prend la forme logarithmique.

réplication (Canard & Poinot, 2004 e-publication) tels les fleuves, lac et étangs, nous obtenons une loi logarithmique. Dans les 84 récoltes, les courbes de richesse se répartissent ainsi : puissance 67 %, indéterminées 20 % et logarithmiques 13 %. Nous retrouvons cette dernière loi dans les récoltes du plancton du Lac des Hermines de Besse en Chandesse (**Fig. 4**) ou dans celui de l'Étang des Ruets, à Marigny les Usages.

Cette richesse exceptionnelle est d'ailleurs confirmée par les indices de Shannon des récoltes des lichens comparés à d'autres milieux : deux rivières (Le Rouaire et le Bourillon), 14 sources du Loiret (Bertrand *et al.*, 1999), 59 sphaignes des tourbières de Senonches (Bertrand & Boudier, 2009), 16 grattages sur le déversoir du Canal d'Orléans (Bertrand, 2003) et 140 mares du programme Valmares (Bertrand *et al.*, 2013, 2014, 2015). Tous les indices de Shannon & Weaver des lichens (moyennes et maximum) sont supérieurs de 31 % aux autres biotopes (**Tab. 1**).

Par soucis d'éviter un ou des biais préjudiciables à la bonne interprétation des résultats et afin de travailler sur des bases solides, nous avons testé corrélation nulle ($0.0016 \text{ } p > 0.1$) entre le nombre d'espèces et le poids de lichen de chaque récolte ; de même, la corrélation entre le nombre d'espèces relevées et le nombre de frustules comptées par récolte ($0.078 \text{ } p > 0.1$) est nulle. Également, la corrélation entre l'abondance absolue pour un gramme de matière sèche de lichen et l'indice de Shannon et Weaver est nulle ($-0.169 \text{ } p > 0.1$). De plus l'analyse inter-genres des lichens et de leurs peuplements de diatomées montre les corrélations nulles (**Tab. 2**) pour la presque totalité des genres de lichens, sauf entre le genre *Evernia* et

les genres *Cladonia* et *Pseudevernia*, sans pour autant atteindre un niveau de similarité significatif.

Du point de vue de la colonisation des genres de lichens par les diatomées, ce sont les *Usnea*, avec 333 espèces (55 %), qui dominent, suivies par les *Evernia* (311 - 51 %), *Ramalina* (300 - 49.5 %), *Parmelia* (255 - 42 %), *Cladonia* (232 - 38.4 %), et *Pseudevernia* (223 - 36.9 %). Il est remarquable que *Parmelia*, genre de lame plaquée sur le support, capte presque autant qu'*Evernia prunastri* qui est une espèce fruticuleuse extrêmement ramifiée. Le nombre d'espèces par récolte s'établit en moyenne à 62 espèces allant de 42,5 chez *Pseudevernia*, à 73,7 chez *Evernia*. Toutefois leur nombre mini et maxi par récolte montre un écart spectaculaire puisqu'il s'étend de 46 chez *Usnea* jusqu'à 185 pour *Ramalina*. Il est à noter que dans l'étude Bertrand *et al.* (2016) la moyenne s'établissait à 76 espèces par récolte.

Concernant l'abondance des frustules par espèces, la loi générale est la distribution hyperbolique. Dans chaque récolte : 2 ou 3 espèces vont jusqu'à 20/25 % de l'abondance, puis le reste se distribue à raison de 0,1 à 4 % (médiane 3,3) entre les 40 à 185 espèces.

Nous avons vu dans l'article précédent que les sorédies semblaient servir de moyen de capture et de réservoir pour les diatomées. En général tous les genres de lichens produisent des sorédies à un moment ou un autre de leur développement. Le recensement systématique de toutes les sorédies (ou plus exactement de ce que nous pensons être des restes de sorédies après grillage) contenant des diatomées, dans la totalité des 84 récoltes, nous a permis d'appréhender l'étendu et la réalité de ce phénomène. En fait nous avons répertorié 46 % des

	Nb. récoltes	Moyennes	Maximum	Minimum	Ecart type
Lichens	84	4.3	6.16	1.2	1.1
Rouaire	7	3,71	4,7	1,9	0,9
Bourillon	7	3,9	5,1	3,3	0,5
Sources	14	3.17	4.55	1.6	0.7
Sphaignes	59	2.4	4.68	0.15	1.4
Déversoir	16	2.68	4.67	1.15	0.95
Mares	140	2.99	4.83	0.5	0.75

Tab. 1 – Comparatif des indices de Shannon avec divers biotopes.

récoltes qui possèdent des blocs de « sorédies » de dimensions allant de 10 µm à 160 x 75 µm, composés d'amas plus ou moins fracturés de diatomées. Celles-ci sont composées le plus souvent de diverses espèces, exceptionnellement d'une seule espèce, ce qui pose d'ailleurs un problème épineux. Ces blocs sont présents à raison d'une moyenne de 3,7 par récolte possédant de sorédies (min.1, max. 45) et composés

de 47 frustules en moyenne (min 4, max 172).

Il semble que certains genres soient plus prolifiques que d'autres (Fig. 5). Ainsi les sorédies du genre *Evernia* représentant 40,5 % dominent largement, elles contiennent 46 % des frustules encloses dans les sorédies. En second lieu nous trouvons le genre *Parmelia* (lichen foliacé, donc plaqué sur le support) ne représentant plus que 23,4 % mais avec seulement

Corrélations intergenres des lichens pour 90% d'abondance						
	Evernia	Ramalina	Usnea	Cladonia	Pseudv.	Parmelia
Evernia	1					
Ramalina	0,072 p> 0,1	1				
Usnea	0,023 p> 0,1	0,015 p> 0,1	1			
Cladonia	0,206 p> 0,01	0,144 p> 0,1	0,009 p> 0,1	1		
Pseudv.	0,031 p> 0,1	0,147 p> 0,01	0,019 p> 0,1	0,048 p> 0,1	1	
Parmelia	0,264 p> 0,01	0,099 p> 0,1	0,006 p> 0,1	0,060 p> 0,1	0,079 p> 0,1	1

Tab. 2 – Corrélations des peuplements diatomiques sur les divers genres de lichens.

14 % des frustules. Vient ensuite le genre *Ramalina* (fruticuleux) n'apparaissant que pour 18 % avec 12 % des frustules. Le genre *Usnea* pourtant surreprésenté dans la totalité des récoltes, n'apparaît que pour 12,6 % mais avec un stock de 25 % de frustules. Enfin les sorédies de *Pseudevernia*, spécifique des sapins d'altitude, ne participent que pour 5,5 % avec seulement 2,7 % des frustules. Cependant exceptionnellement nous trouvons 14 sorédies dans la récolte de Dijon contenant 346 frustules. Quant à *Cladonia*, il est absent de notre comptage des sorédies, alors que les apothécies sont souvent gainées de sorédies.

L'analyse factorielle de correspondance (AFC) des 84 récoltes comprenant 175 espèces (après élimination de 430 espèces non déterminantes (une espèce par récolte et moins de 10 frustules par récolte soit 0.83 %) (**Fig. 6**), montre une répartition extrêmement dispersée (inertie total des 3 axes principaux = 28,3 % ; axe 1 = 10,97 % ; axe 2 = 9,47 % ; axe 3 = 7,93 %). L'AFC des genres de lichens se montre également non directive (**Fig. 7**). Les genres *Cladonia* et *Ramalina* se détachent du groupe, par contre,

Evernia, *Usnea*, *Parmelia* sont plus concentrés vers le point d'inertie central. Il reste le cas de *Pseudevernia* particulièrement excentré qui pose problème, nous y reviendrons.

Quant à l'AFC des quatre régions principales, trois sont bien groupées (Alpes, Centre, Pyrénées) près du centre d'inertie général et montrent l'absence de directivité. Par contre l'isolement du Massif Central (**Fig. 8**) est caractéristique et repose à nouveau la question du cas des lichens du genre *Pseudevernia*. Globalement le classement et l'analyse des espèces montrent que seulement 8,5 %, soit 43 des espèces, représentent 80 % de l'abondance. *A contrario* 38 %, soit 230 espèces, ne sont présentes que dans une seule récolte pour une abondance totale de 0.9 %.

Les 6 espèces de diatomées les plus abondantes sont *Aulacoseira italica* (8,4 %), *Achnantheidium minutissimum* (7,2 %), *Pinnularia borealis* (6,9 %), *Planotidium lanceolatum* (5,8 %), *Diademsis contenta* (5,7 %), *Hantzschia amphioxys* (5,3 %). Elles représentent à elles seules 39 % de l'abondance totale.

Les 6 espèces les plus communes sont *Hantzschia*

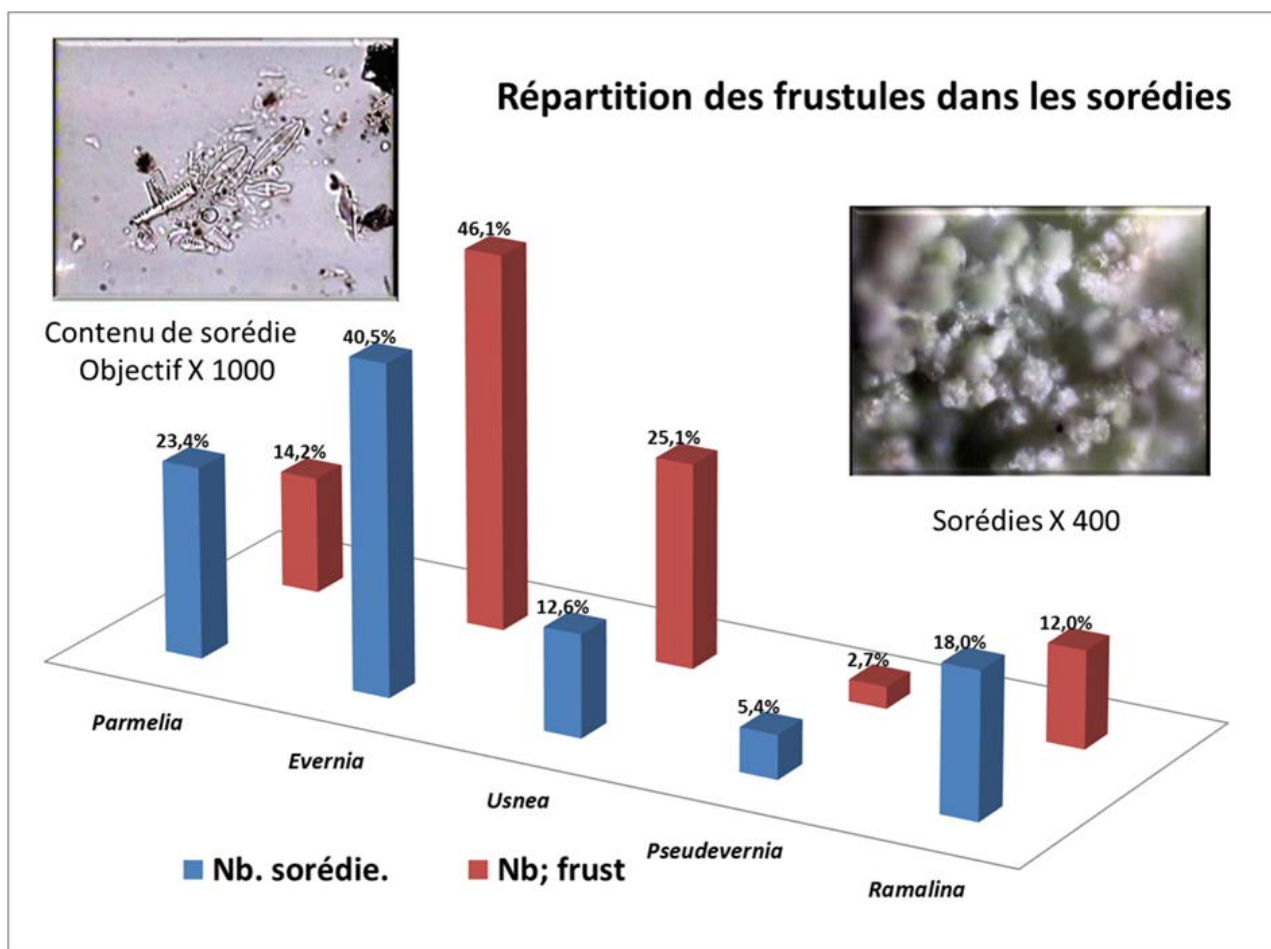


Fig. 5 – Graphe permettant la comparaison des relations entre les abondances relatives des sorédies et des groupements de diatomées (nb. de frustules) incluses dans les six genres de lichens.

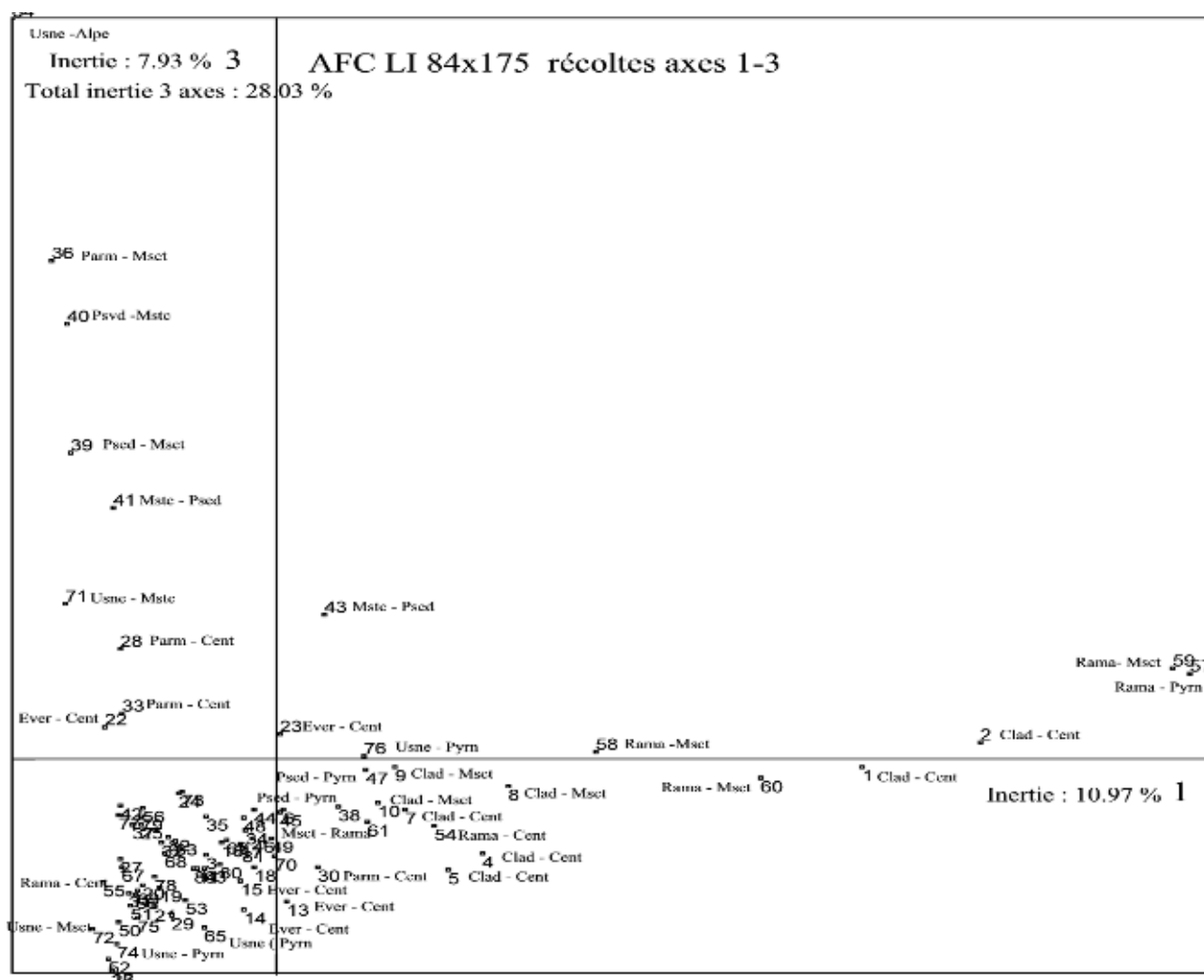


Fig. 6 – Graphe AFC (Analyse factorielle de correspondance) permettant de juger de la répartition et des relations entre les six genres de lichens, leurs colonisations diatomiques et leur situation géographique. L'ensemble forme un nuage dont le centre d'inertie se trouve à l'intersection des trois axes.

Légende : Usne : *Usnea* ; Parm : *Parmelia* ; Clad : *Cladonia* ; Ever : *Evernia* ; Psed : *Pseudevernia* ; Ram : *Ramalina*. Cent : Centre ; Mste : Massif Central ; Pym : Pyrénées (l'Est et les Alpes ne sont pas repérés).

amphioxys (96 % des occurrences), *Aulacoseira granulata* (94 %), *Achnanthidium minutissimum* (92 %), *Cyclostephanos dubius* (92 %), *Cocconeis placentula* (89 %), *Luticola mutica* (86,9 %). Elles représentent seulement 19,3 % de l'abondance. La Fig. 9 illustre bien la répartition particulière de 13 espèces d'occurrence 76 à 81/84 sur les six genres de lichens. Elle met en relief la présence dominante d'*Hantzschia amphioxys* (21,1 %) sur *Cladonia*, ainsi que *Aulacoseira italica* (28,4 %) dans *Pseudevernia*. Egalement, *Diademsis contenta* (19,7 %) se retrouve largement dominante dans *Ramalina* et *Achnanthidium minutissimum* (12,6 %), dans les *Usnea*. Par ailleurs *Luticola mutica* (6,5 %), également chez *Cladonia*, est accompagné par *Pinnularia borealis* (7,35 %) mais avec une occurrence plus faible (56/84) et donc

une distribution un peu plus restreinte. Par contre, *Aulacoseira granulata* se retrouve partout en faible quantité, de même que *Cyclostephanos dubius* en quantité infime. Enfin la présence de 25 frustules de la diatomée fossile *Tertiarus pygmaea* dans 11 occurrences (12%), confirme bien le rôle de « coffre-fort » des lichens quelle que soit le genre de lichen (6 *Pseudevernia*, 3 *Usnea*, 2 *Cladonia*) et de la région (Alpes 1, Pyrénées 7, Massif central 2, Est 1).

Nous avons vu dans le précédent article (Bertrand *et al.*, 2016) que la proximité des rivières avait une influence positive sur la colonisation des lichens par les diatomées. Dans le cours des récoltes de cette nouvelle étude ce phénomène semble exceptionnel et plusieurs cas sont mêmes en contradiction. Pour bien montrer ces répartitions aléatoires, nous

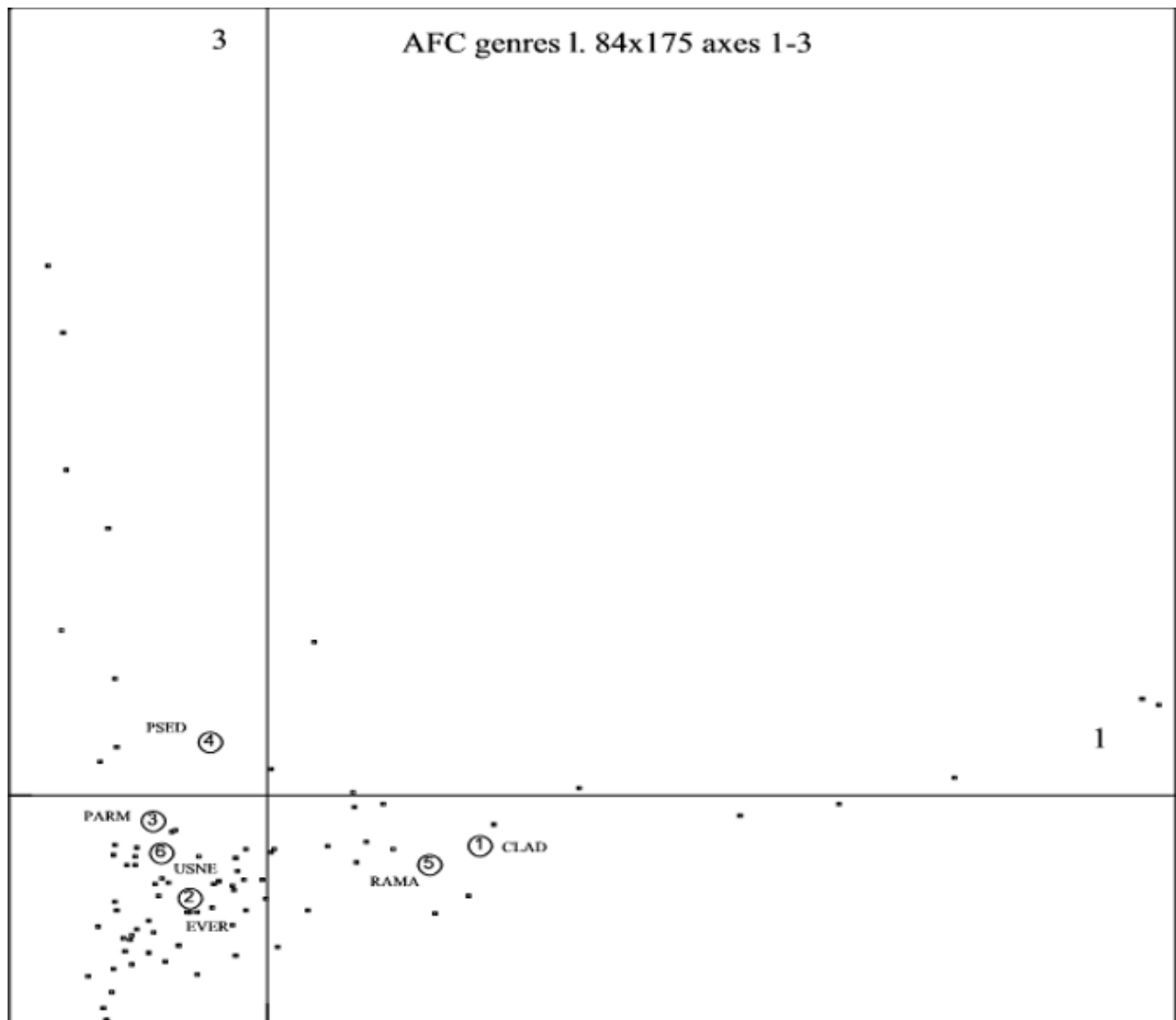


Fig. 7 – Graphe AFC, Situation des centres d’inertie des six genres de lichens par rapport au centre d’inertie communs. *Cladonia* et *Ramalina* sont excentrés à droite mais communs pour leurs peuplements diatomiques. *Pseudevernia* est excentré en haut montrant des colonies indépendantes par rapport aux autres lichens.

n’évoquerons que cinq lieux particuliers : les lichens près du lac des Hermines au Puy de Sancy (a), ceux de l’étang des Ruets à Marigny-les-Usages (b), la rivière Le Bourillon à Marcilly en Vilette (c), la rivière le Rouaire à Theillay (d) et les tourbières de La Ferté Vidame (e).

a) - Lac des Hermines (station de ski du Puy de Sancy) : une première récolte nous avait intrigué par la présence de diatomées strictement aquatiques en quantité dominante, ce qui nous a conduit à réitérer des récoltes l’année suivante. Les lichens sur des épicéas (*Picea alba*) assez denses, à la lisière du Lac des Hermines (alt. 1400 m) se situant à 100 mètres environ du bord du lac, nous ont permis de récolter 73 espèces de diatomées, alors que le plancton du lac en contenait seulement 14 espèces. Contre toute

attente la corrélation était de $0.246 \text{ } p < 0.001$ soit une similarité parfaite. Les quatre espèces les plus communes représentaient 91 % de l’abondance des diatomées du lac, elles étaient contenues dans les 15 espèces dominantes des lichens et représentaient 87 % de l’abondance des diatomées des lichens qui sont exclusivement des *Pseudevernia*.

b) - Etang de Ruets (Marigny les Usages, alt. 140 m). Petit étang sur la lisière de la forêt d’Orléans entouré de saules sur une largeur de 20 à 30 m environ. Les lichens foliacés du genre *Parmelia* sont fixés en enserrant étroitement les branches des saules (*Salix aurita*) abondamment denses autour de l’étang. Ceux-ci sont les pieds dans l’eau une grande partie de l’année. Alors que le plancton de l’étang nous livre 42 espèces, les lichens en retiennent 70. La corrélation ($0.134 \text{ } p < 0.1$) est nulle et ne montre que deux

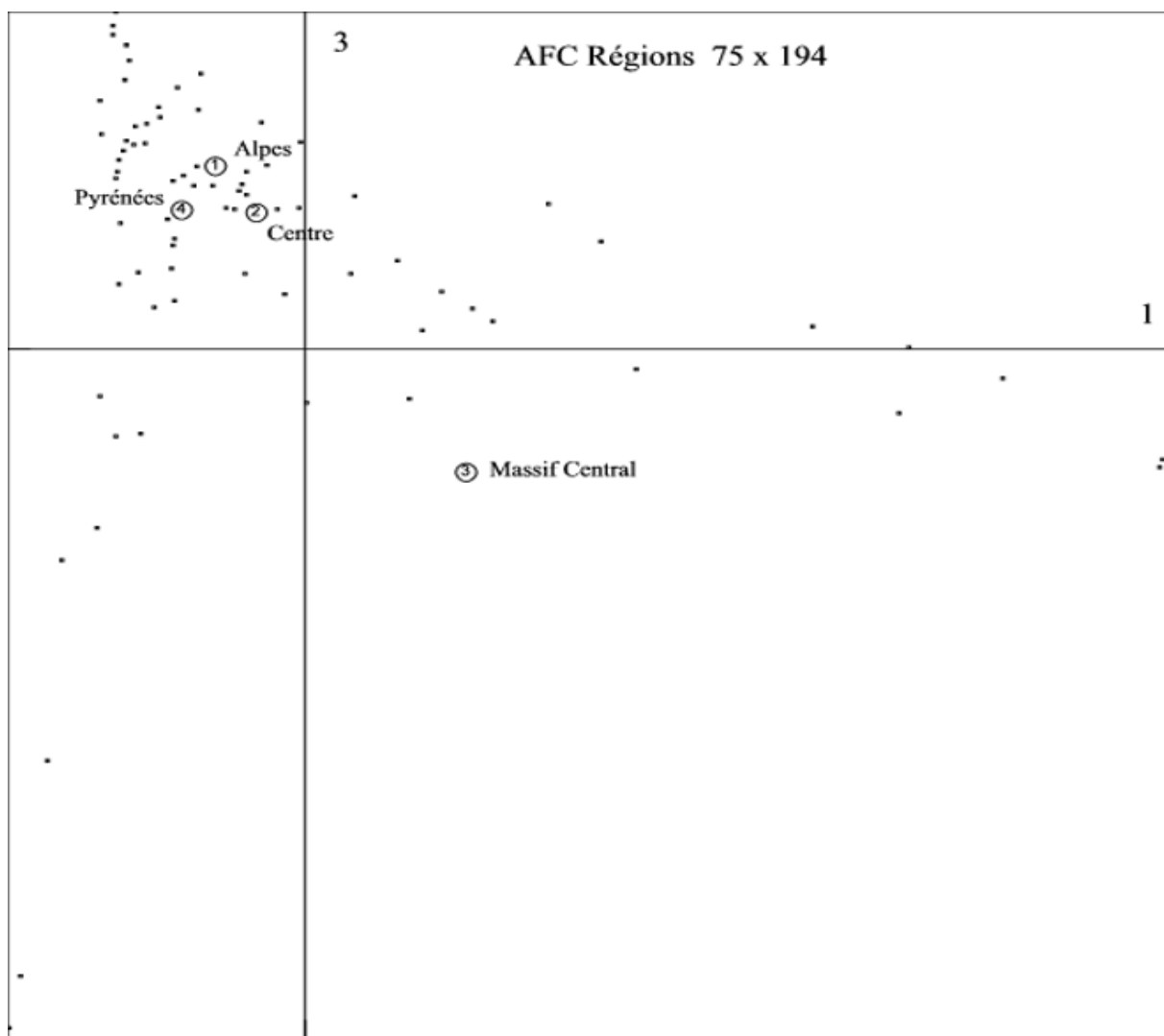


Fig. 8 – Graphe AFC ; situation des colonisations diatomiques de quatre régions de récoltes par rapport au centre d'inertie commun. Trois régions ont des colonisations communes mais le Massif Central, fortement excentré à droite à l'opposé des trois autres, montre son exception diatomique.

espèces communes sur les 15 les plus abondantes (87 % de l'abondance) : *Cocconeis placentula* (39 % pour l'étang et 8 % pour les lichens) ; *Achnantheidium minutissimum* 4.8 % et 3.8 % respectivement.

c) - Rivière le Bourillon (Marcilly en Vilette alt. 125 m). Récolte de *Ramalina* à 1.5 m de hauteur sur un tronc de saule (*Salix alba*) isolé et situé à 10 m de la rivière rapide encaissée dans un petit parc très aéré. Cette rivière est suivie depuis 7 ans par la DREAL d'Orléans, nous avons donc cumulé les résultats des récoltes sur cette période et l'avons comparée à notre seule récolte sur le saule. 207 espèces sont issues de la rivière contre 185 en une seule récolte de 1.3 gramme de lichens. Là encore, la corrélation ($0.042 < p < 0.1$) est nulle. Sur les 15 espèces dominantes représentant 71 % de l'abondance, seules 2 espèces sont présentes :

Achnantheidium minutissimum (14.5 %) dans la rivière et (3.4 %) dans les lichens ; *Gomphonema parvulum* (5.8 % et 3.3 %). La récolte des diatomées sur les lichens montre une richesse particulière car la courbe de saturation est parabolique montrant par là qu'il n'y aurait pas de limite maximum à l'augmentation des espèces de diatomées malgré un comptage jusqu'à 9 600 frustules (**Fig. 10**).

d) - Rivière Le Rouaire (Theillay, alt. 145 m). Récoltes sur divers troncs d'arbres dispersés à 10 m de la rive et à 1 m de hauteur dans le bois touffus attenant. Récolte d'*Evernia* et *Parmelia*. De même que pour la rivière Le Bourillon nous disposons de sept ans de récoltes par la DREAL que nous pouvons comparer à trois récoltes de lichens. Là encore, la disparité entre rivière et lichens est frappante : 147 espèces sur les

lichens contre 112 espèces dans l'eau. Également, la corrélation de 0.126 $p < 0.1$ est nulle et seulement deux espèces de diatomées sont présentes dans les 15 principales (78 % de l'abondance pour la rivière et 54 % pour les lichens) : nous dénombrons *Cocconeis placentula* (13.6 % pour la rivière et 2.2 % pour les lichens) ; *Achnanthyidium minutissimum* (8 % et 10 % respectivement).

e) - Tourbières de La Ferté Vidame (245 m). Divers troncs de chênes (*Quercus robur*) et de bouleaux

(*Betula pubescens*), largement dispersés dans une grande forêt éclaircie, toujours les pieds dans l'eau, et dans les sphaignes qui tapissent presque exclusivement le sol. Récolte d'*Usnea* à 1 m de hauteur au-dessus de l'eau, une seule récolte de sphaignes. Là également la disparité est flagrante entre les lichens (78 espèces de diatomées) et sur les sphaignes (25 espèces) ; corrélation nulle (0.162 $p < 0.1$), deux espèces communes aux deux supports pour les 15 plus abondantes diatomées : *Eunotia bilunaris* et *Achnanthyidium minutissimum*.

Comparaison des abondances 13 taxons de diatomées les plus communs dans les 6 genres de lichens

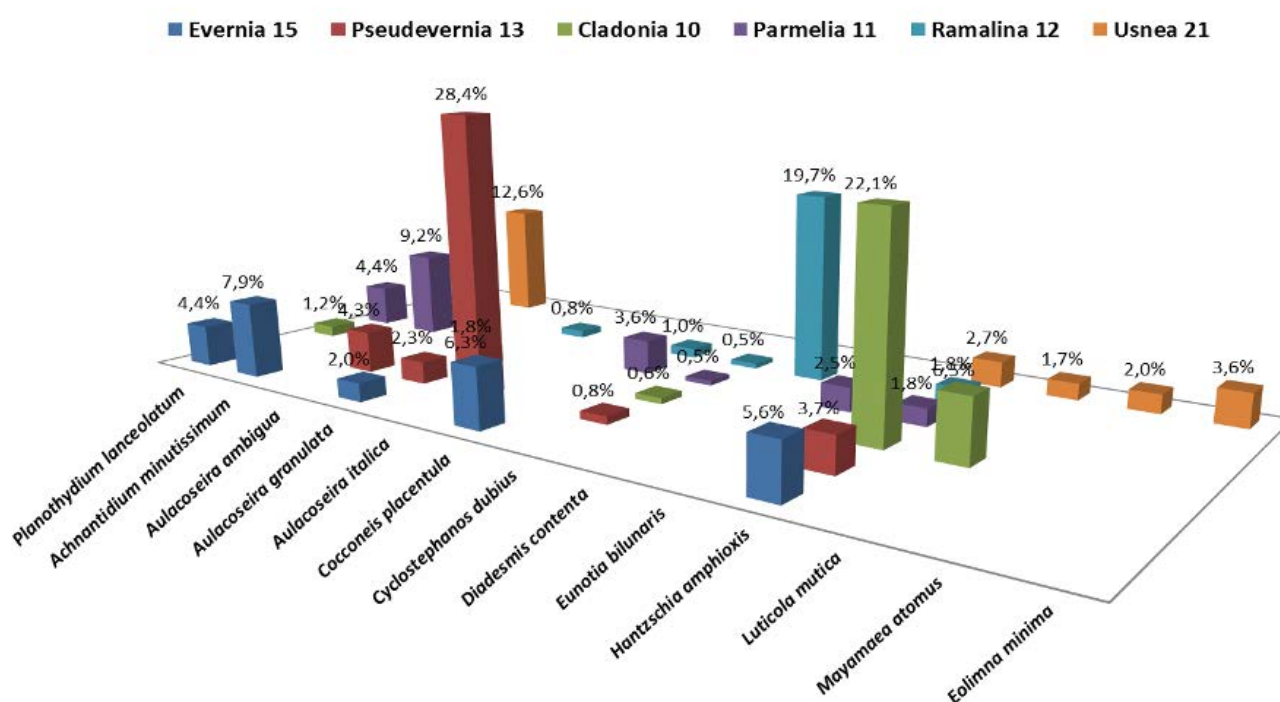


Fig. 9 – Répartition de l'abondance relative de 13 espèces de diatomées dont les occurrences sont les plus élevées dans les six genres de lichens. *Cladonia*, *Pseudevernia* et *Ramalina* montrent leurs colonisations exceptionnelles.

4. Discussion et conclusion

L'extrême dispersion des diatomées sur les différents genres de lichens montrée par les AFC, l'indépendance des colonisations en fonction des six genres de lichens (corrélation nulle) et l'indépendance des colonisations en fonction des régions ou de l'altitude, confirment bien une dispersion aléatoire.

Confirmation également que les lichens foliacés (*Parmelia*) capturent autant de diatomées que les lichens fruticuleux. Ainsi une récolte dans l'étang des Ruets à Marigny les Usages comportait 28 sorédiées comprenant des diatomées. Toutefois nous avons bien conscience que notre plan de récolte est incomplet du fait qu'un des genres le plus important, *Parmelia*, n'a été prospecté qu'à titre d'essai et de comparaison. En

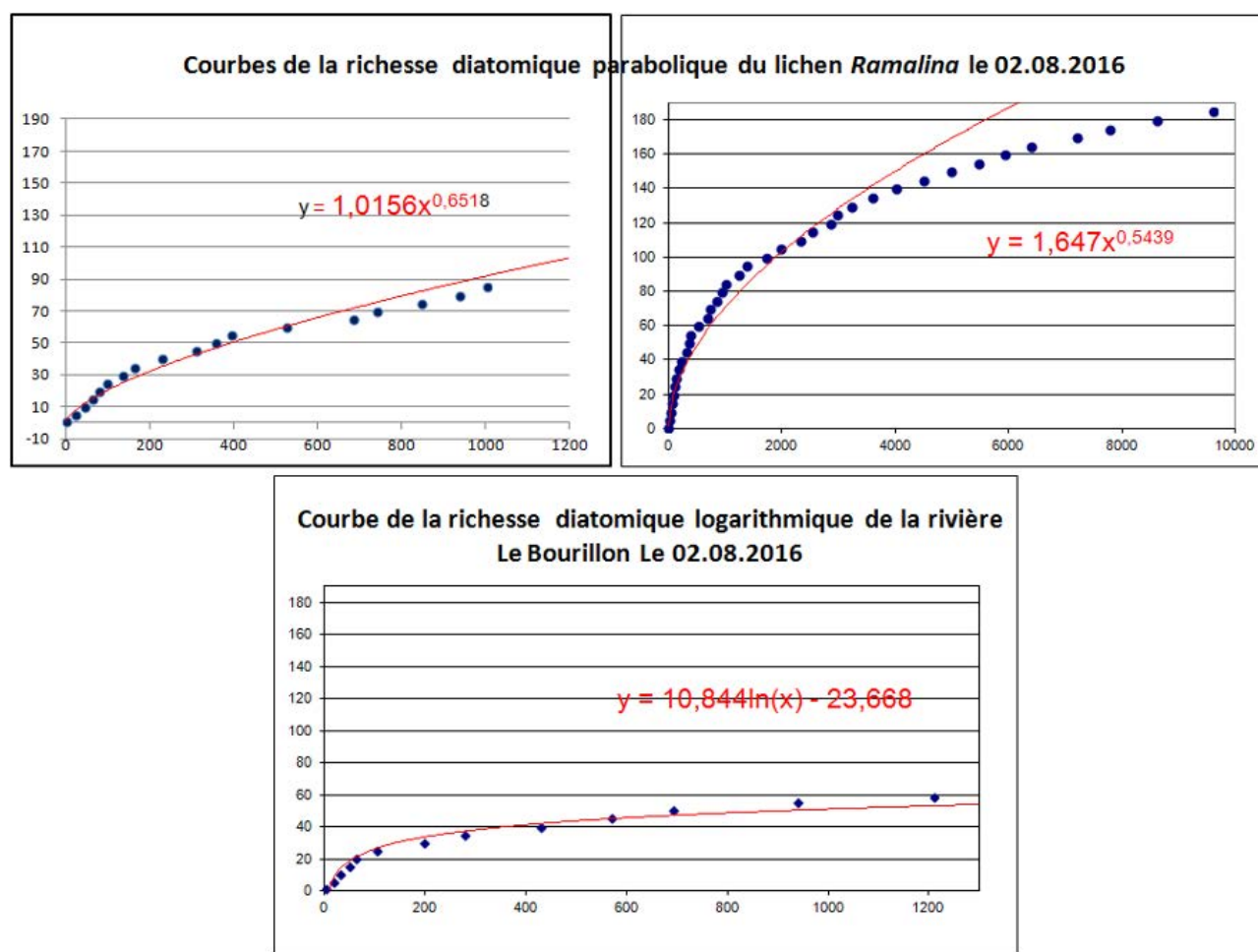


Fig. 10 – Trois courbes de richesse diatomique permettant la comparaison entre les peuplements des lichens par rapport à la rivière adjacente ; **Haut.** Deux courbes : a) comptage jusqu'à 1000 ; b) comptage jusqu'à 10 000 diatomées ; **Bas.** Pour comparaison, courbe représentant la richesse diatomique de la rivière Le Bourillon, montrant les différences de colonisation des milieux différents.

particulier, les lichens foliacés des régions du bord de mer, riches de ce genre n'ont pas été prospectés. Nous avons donc une méconnaissance certaine et perdu beaucoup d'informations sur le transfert des diatomées marines vers les lichens terrestres, que ce soit par le vent ou les embruns.

Les courbes d'abondance des diatomées qui sont toutes fortement asymptotiques (1 ou 2 espèces dominantes) et le nombre d'espèces récoltées sur les lichens 1,7 fois plus grande que dans les rivières (62 au lieu de 37 pour le bassin Loire-Bretagne), montrent l'extrême richesse des espèces en faible abondance fixées sur les lichens. Cette richesse est d'ailleurs confirmée par les courbes paraboliques de saturation de la richesse et les indices de Shannon plus élevés que dans d'autres biotopes pour la plupart des récoltes. Toutefois, dans le cadre des calculs des indices de Shannon, nous comparons des milieux lotiques

rapides (les rivières) et des milieux lenticques tels que les mares ou les tourbières, ce qui peut conduire à des biais. Car dans les grandes rivières, il existe des « bras morts » qui recueillent de nombreuses espèces non répertoriées dans les récoltes faisant l'objet d'un suivi de la qualité des eaux. Ce qui conduit à sous-estimer la richesse réelle de ces rivières. Ce que nous avons essayé de réduire en prenant les sept années consécutives de récoltes pour les deux rivières.

Il reste cependant que le calcul sur 400 frustules du système IPS par rapport aux 1 070 frustules de nos récoltes peut générer un écart positif en faveur des lichens, puisque l'indice Shannon croît naturellement lorsque les effectifs augmentent. Nous avons donc bloqué nos effectifs pour le calcul à 400 unités, avant de continuer la prospection jusqu'à environ 1 200 frustules. Ce qui nous assure une concordance acceptable, à nos sens, avec les différents milieux.

Nous observons également que nous pouvons prolonger continuellement la recherche d'espèces nouvelles dans certaines récoltes, sans arriver à une limite. *A contrario*, dans les rivières ou autres endroits de reproduction plus ou moins active, nous obtenons rapidement une courbe de richesse de forme logarithmique. En rappel, ceci a d'ailleurs permis d'adopter un comptage de seulement 400 frustules pour obtenir un échantillon représentatif dans le cadre de la recherche de la qualité des eaux des rivières dans le système IBD (Prygiel & Coste, 2000). Toutefois les quelques exceptions que nous avons décrites méritent une explication car elles montrent que nous ne pouvons pas généraliser.

En effet le genre *Cladonia* contient des espèces de lichens généralement terrestres. Ils ont donc la possibilité d'être colonisés par des diatomées aérophiles et terrophiles, ce que nous observons dans ces cas, puisque les trois espèces dominantes citées (*Luticola mutica*, *Pinnularia borealis*, *Hantzschia amphioxys*) sont bien aérophiles (Van Dam *et al.*, 1994).

D'autre part, le genre *Usnea*, caractérisé par de longs filaments pendants, cumule les diatomées sur les extrémités des filaments, entraînés semble-t-il par les pluies. Ce qui explique la présence des *Cocconeis placentula* en abondance sur certains filaments, alors que nous trouvons d'autres espèces sur des filaments adjacents.

Par contre le cas d'*Aulacoseira italica*, espèce rigoureusement aquatique, est différent puisqu'il est majoritairement présent dans les *Pseudevernia*. Or ces lichens colonisent de préférence les épicéas sur lesquels nous avons prélevé les récoltes : Collet d'Allevard (1 400 m) et Puy de Sancy (1 400 m). Dans ce lieu, les arbres sont à 100 m du bord du Lac des Hermines et celui-ci sert de réservoir pour l'approvisionnement en eau des 320 canons à neige qui servent pour les pistes de ski en hiver. Il n'est pas douteux que le brouillard de neige issu de ces canons, pulvérise les pins entraînant de ce fait les diatomées qui sont contenues dans l'eau (**Fig. 10**).

Le cas du petit étang des Ruets révèle un phénomène opposé : l'absence totale de corrélation entre les lichens sur les arbustes les pieds dans l'eau et l'eau calme de l'étang. Là, il semble que se soit essentiellement l'action éolienne sans prélèvement dans l'étang, puisque trop petit, qui soit la cause de la colonisation des lichens par les diatomées.

Nous obtenons les mêmes résultats dans les tourbières de La Ferté-Vidame : indépendance totale des colonisations entre les *Usnea* et les sphaignes où les diatomées sont rares alors que les lichens

sont abondamment colonisés. En fait seul le cas des *Diademesmis* (aérophile) pose vraiment problème car leur présence à près de 20 % dans *Ramalina* s'explique difficilement, puisque nous trouvons cette diatomée (*Diademesmis contenta*) dont l'abondance relative est de 63,9 % dans une seule récolte près de Castres. Également nous avons trouvé *Diademesmis gallica* en 2016 à raison de 26 % dans *Evernia* sur les bords de la Loire. Cependant, les deux rivières vues plus haut montrent d'une manière flagrante cette indépendance entre les eaux et les lichens et atteint son maximum avec Le Bourillon où nous trouvons 185 espèces de diatomées dans une seule récolte de lichen malgré une recherche de l'antériorité des peuplements de la rivière sur sept ans.

Nous pensons que nous avons là, la démonstration certaine de l'action éolienne prépondérante pour le transport et la déposition des diatomées erratiques sur les lichens.

En conclusion, contrairement à l'étude préliminaire, l'action est bien éolienne dans la majorité des cas. Il semble que le vent ne puisse prélever des diatomées dans les rivières encaissées, dans les forêts denses ou humides voire les tourbières. Mais si les supports de lichens se trouvent le long d'un grand fleuve tel la Loire, ou près d'un lac, il peut y avoir transfert du plancton sur les lichens (Bertrand *et al.*, 2016) en cas de vents violents.

Les lichens sont de frêles mais efficaces réservoirs (ou coffres forts) de diatomées puisque l'on a trouvé environ 1 % d'espèces réputées fossiles. Les diatomées participent donc bien à la pollution atmosphérique, mais dans quelle proportion ? Ce sont sans conteste, les plus petites espèces que nous ayons rencontrées. Si l'on se réfère aux normes de l'Agence européenne pour l'environnement, qui donne pour les particules fines celles ayant un diamètre inférieur à 10 µ, 55 % des espèces les plus fréquentes recueillies (91 % de l'occurrence : *Achnanthesidium*, *Aulacoseira*, *Cyclostephanos*, *Eolimna minima*, *Mayamaea atomus*, *Fragilaria pinnata*) sont dans cette limite.

Il reste toutefois quelques interrogations : pourquoi trouvons-nous des diatomées aérophiles en dominance flagrante dans certaines circonstances (*Diademesmis contenta*, *Luticola mutica*, *Pinnularia borealis*) ? S'il y a transport aérien, les diatomées sont mortes par dessiccation. Sauf si le parcours est bref et les conditions exceptionnelles, en particulier une atmosphère fortement humide et des lichens gorgés d'eau pour permettre une réplication de ces diatomées aérophiles en quantité appréciable pendant un temps plus ou moins long. Nous avons perçu ce phénomène

lors de notre approche précédente. Cependant, seul l'examen à l'état vivant des lichens par une ou des méthodes à imaginer encore, nous permettra de définir sans ambiguïté où se nichent ces diatomées : dans les sorédies ou sur les cuticules ou à l'intérieur du lichen ?

Remerciements : Nous remercions particulièrement la DREAL Centre pour l'accès à leur base de données concernant les rivières Le Bourillon et Le Rouaire. Remerciements à RNSA pour la collaboration et le don de lames exposées ; Messieurs L. Chapuy pour ses récoltes dans la région de Bourgogne et ses conseils pour l'utilisation des enzymes ainsi que J. Fleury pour la région Centre Orléanaise. Nous remercions également les correcteurs pour leurs suggestions pertinentes et corrections et Peter Culleton pour sa traduction du résumé en anglais.

Références

- Bertrand J., Renon J.P. & Monier O. (1999) - Les diatomées des sources du rebord karstique de la Beauce de la région Orléanaise. *Symbioses* nv. série, 1 : 3-14.
- Bertrand J. (2003) - Étude de la dynamique des populations de diatomées (bacillariophycées) sur le déversoir du canal d'Orléans à Combleux (Loiret, France) en relation avec la pluviométrie de la forêt d'Orléans. *Symbioses* nv. série, n° 8 : 29-38.
- Bertrand, J., & P. Boudier (2009) - L'utilisation des herbiers de Bryophytes pour tester l'évolution des peuplements diatomiques des tourbières des forêts du Perche d'Eure-et-Loir. *Symbioses* nv. série 24 : 50-58.
- Bertrand J., Berger A., Gavand S., Lequivard L., Millouet J.C., Pineau X., Renon J.P. & Thomas A. (2010) - VALMARES : Programme scientifique : Étude écologique de 130 mares de l'Orléanaise (Région Centre), Création d'indices de qualité des eaux. *Loiret Nature Environnement*. 111 p. + annexe 23 p.
- Bertrand J., Ector L. & Renon J.P. (2013) - Diatomées des mares. I. L'échantillonnage des diatomées : un problème de choix des supports. *Symbioses*, nv. série, n° 31 : 31 - 38.
- Bertrand J., Ector L. & Renon J.P. (2014) - Diatomées des mares : Études préliminaires de l'écologie des mares permanentes et éphémères de la région Centre (France). *J. Soc. Bot. France*, 66, 55-74.
- Bertrand J., Ector L. & Renon J.P. (2015) - Écologie des mares - mesure de la qualité des eaux par les diatomées : deux nouveaux indices spécifiques, comparaison avec l'indice IPS, *Symbioses*, nv. série, n° 33 : 50-72.
- Bertrand J., Serieyssol K. & Ector L. (2015) - The influence of land use and the nature of the substrate on the diatom association from ponds found in two adjacent regions of France. *Cryptogamie, Algologie*, 36 (3) : 1-18.
- Bertrand J., Coste C., Le Cohu R., Renon, J. P., & Ector L. (2016) - Étude préliminaire sur la présence de diatomées sur les lichens. *Botany Letters* 163(2) : 93-115.
- Blamey M. & Grey-Wilson C. (1991) - La flore d'Europe occidentale. Arthaud, Paris. 544 p.
- Canard A. & Poinot D. (2004) - La répartition spatiale des individus et des peuplements par la méthode des quadrats. Rapport, Université de Rennes. 28 p.
- Chadefaud M. (1960) - Les végétaux non vasculaires (Cryptogamie). In *Traité de botanique systématique*, edited by Chadefaud M. & L. Emberger. Tome 1 : 524-529, 543-545, 639-640.
- Doledec S. & Chessel D. (1994) - Co-inertia analysis : an alternative method for studying species-environment relationships. *Freshwater Biology*, 31 : 277-294. doi:10.1111/j.1365-2427.1994.tb01741.x
- Germain H. (1981) - Flore des diatomées Diatomophycées eaux douces et saumâtres du Massif Armoricaire et des contrées voisines d'Europe occidentale. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 444 p.
- Krammer K. (1992) - Pinnularia eine Monographie der europäischen Taxa. *Bibliotheca Diatomologica* 26 : 1-353.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1986) - Bacillariophyceae 1 Teil: Naviculaceae. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/1, edited by Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig, and D. Mollenhauer. 876 p.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1988) - Bacillariophyceae 2 Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/2, edited by Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig, and D. Mollenhauer. 596 p.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1991a) - Bacillariophyceae 3 Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 2/3, edited by Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig, and D. Mollenhauer. 576 p.

- Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1991b) - Bacillariophyceae 4 Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1-4. In Süßwasserflora von Mitteleuropa 2/4, edited by Ettl, H., G. Gärtner, J. Gerloff, H. Heynig, and D. Mollenhauer. 437 p.
- Kranner I., Beckett R. & Varma A. (2002) - Protocols in Lichenology: Culturing, Biochemistry, Ecophysiology and Use in Biomonitoring. Heidelberg, Berlin: Springer Verlag. 580 p.
- Lange-Bertalot H. (1993) - 85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa, Vol. 2/1-4. *Bibliotheca Diatomologica*, 27: 1-454.
- Lowe R. L., Kociolek P., Johansen J. R., Vijver B. Van de, Lange-Bertalot H. & Kopalová K. (2014) - Humidophila gen. nov., a new genus for a group of diatoms (Bacillariophyta) formerly within the genus Diadisma: species from Hawai'i, including one new species. *Diatom Research*, 29 (4): 351-360. doi:10.1080/0269249X.2014.889039.
- Morin S., Coste M. & Delmas F. (2008) - A comparison of specific growth rates of periphytic diatoms of varying cell size under laboratory and field conditions. *Hydrobiologia*, 614: 285-297. doi:10.1007/s10750-008-9513-y.
- Prygiel J. & Coste M. (2000) - Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354. Cemagref, Agence de l'Eau : 134 p. + 89 pl. + cd rom TAX'IBD français/anglais.
- Shannon C.E. & Weaver W. (1949) - The mathematical theory of communication. Urbana and Chicago: University of Illinois Press. 117 p.
- Sherwood A. R., Conklin K. Y. & Z. J. Liddy (2014) - What's in the air ? Preliminary analyses of Hawaiian airborne algae and land plant spores reveal a diverse and abundant flora. *Phycologia*, 53 (6) : 579-582. doi:10.2216/14-059.1.
- Smith C.W., Aptroot A., Coppins B. J., Fletchert A., Gilbert O. L., James P. W. et Wolseley P. A. (2009) - The lichens of Great Britain and Ireland. *British lichen society*, London : 1-1046.
- Thioulouse J., Chessel D., Doledec S. & Olivier J.-M. (1997) - ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistic and Computing*, 7 (1) : 75-83. doi:10.1023/A:1018513530268.
- Van Dam H., Mertens A. & Sinkeldam J. (1994) - A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28 (1) : 117-133. doi:10.1007/BF02334251

Accepté le 15 octobre 2020

Publié en ligne (pdf) le 2 novembre 2020

Annexe. Tableau d'inventaire restreint des diatomées colonisatrices de six genres de lichens. Liste des espèces de diatomées et pourcentage (%) de l'abondance des diatomées par genres de lichens. Cette liste ne comprend pas les abondances totales inférieures à dix diatomées.

Nb sp. / genre		267	174	184	213	262	288
Occurrence	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
	5 <i>Achnanthes coarctata</i> (Brébisson) Grunow	0,47	0,03	0,05		0,02	0,04
	1 <i>Achnanthes expressa</i> Carter						0,01
	1 <i>Achnanthes subexigua</i> Hustedt			0,02			
	1 <i>Achnanthidium alteragracillima</i> (Lange-Bertalot) Round & Bukhtiyarova					0,01	
	5 <i>Achnanthidium catenatum</i> (Bily & Marvan) Lange-Bertalot	0,13	0,13		0,02	0,03	0,08
	5 <i>Achnanthidium exiguum</i> (Grunow) Czarnecki	0,02		0,04	0,02	0,01	0,90
	6 <i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kützinger) Czarnecki	7,95	8,89	1,34	9,24	3,14	12,74
	1 <i>Achnanthidium petersenii</i> (Hustedt) C.E.Wetzel,Ector, D.M. Williams & Jüttner						0,04

Nb sp. / genre		267	174	184	213	262	288
Occurrence	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
2	<i>Achnanthidium pyrenaicum</i> (Hustedt) Kobayasi+C5	0,06					0,06
1	<i>Actinocyclus normanii</i> (Gregory) Hustedt	0,02					
1	<i>Adlafia aqueductae</i> (Krasske) Lange-Bertalot						0,04
5	<i>Adlafia bryophila</i> (J.B.Petersen) Lange-Bertalot	0,06	0,03		0,02	0,03	0,18
1	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot					0,03	
1	<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	0,05					
2	<i>Amphora acutiuscula</i> Kützing	0,02					0,01
1	<i>Amphora commutata</i> Grunow	0,02					
6	<i>Amphora inariensis</i> Krammer	0,52	0,06	0,02	0,07	0,13	0,41
3	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	0,02		0,02			0,01
1	<i>Amphora oligotraphenta</i> Lange-Bertalot						0,41
6	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	0,32	0,46	0,10	0,13	0,10	0,22
6	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	0,31	0,26	0,06	0,05	0,32	1,34
2	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehrenberg) Pfitzer				0,02		0,49
3	<i>Asterionella formosa</i> Hassall		2,59		0,20	0,01	
6	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	1,64	4,34	1,65	0,97	1,42	1,26
1	<i>Aulacoseira crassipunctata</i> Krammer		0,12				
1	<i>Aulacoseira crenulata</i> (Ehrenberg) Thwaites	0,61					
6	<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen	0,61	0,68	0,39	1,86	5,81	1,98
6	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	1,96	2,33	1,83	1,37	0,81	1,86
3	<i>Aulacoseira islandica</i> (O. Müller) Simonsen	0,06	0,24		0,06		
6	<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	0,15	28,38	0,35	19,19	2,78	0,76
3	<i>Aulacoseira pfaffiana</i> (Reinsch) Krammer		0,01		0,04		0,01
2	<i>Aulacoseira subarctica</i> (O. Müller) Haworth					0,03	0,01
1	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F. Müller) T. Marson					0,03	
5	<i>Brachysira brebissonii</i> Ross	0,75		0,30	0,67	0,48	0,76
5	<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	0,02		0,22	0,02	0,16	0,94
2	<i>Caloneis alpestris</i> (Grunow) Cleve					0,03	0,02
6	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	0,35	0,06	0,03	0,21	0,16	0,34
1	<i>Caloneis branderii</i> (Hustedt) Krammer					0,01	
1	<i>Caloneis lepidula</i> (Grunow) Cleve					0,03	
1	<i>Caloneis molaris</i> (Grunow) Krammer	0,02					
6	<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	0,04	0,05	0,07	0,04	0,03	0,05
3	<i>Caloneis tenuis</i> (Gregory) Krammer			0,10	0,02		0,06
5	<i>Cavinula variostrata</i> (Krasske) Mann & Stickle in Round Crawford & Mann	0,09	0,01	0,05		0,02	0,04
1	<i>Chamaepinnularia krookii</i> (Grunow) Lange-Bertalot & Krammer						0,01
2	<i>Chamaepinnularia mediocris</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Krammer	0,06			0,06		
2	<i>Chamaepinnularia soehrensii</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Krammer	0,02					0,05
4	<i>Cocconeis disculus</i> (Schumann) Cleve	0,60			0,27	0,02	0,08
5	<i>Cocconeis neodiminuata</i> Krammer	0,03	0,06	0,02		0,03	0,01
1	<i>Cocconeis neothumensis</i> Krammer	0,03					
5	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	0,13	0,03		0,20	0,08	0,25
6	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	6,29	1,76	0,71	3,59	1,06	2,48
3	<i>Cocconeis pseudothumensis</i> Reichardt	0,13	0,14				0,10
4	<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg	0,07	0,16			0,06	0,08
3	<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) Mann	0,02			0,03		0,39

Nb sp. / genre		267	174	184	213	262	288
Occurrence	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
1	<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) Mann						0,06
3	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützinger) Mann		0,02	0,03		0,02	
1	<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G.Mann					0,01	
4	<i>Craticula molestiformis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	0,11	0,01		0,15		0,26
3	<i>Craticula subminuscule</i> (Manguin) C.E.Wetzel & Ector			0,02		0,01	0,02
2	<i>Ctenophora pulchella</i> (Ralfs ex Kützinger) D.M.Williams & Round				0,06	0,02	
6	<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	0,54	0,84	0,63	0,49	0,54	1,04
2	<i>Cyclotella austriaca</i> (M. Peragallo) Hustedt				0,02		0,02
1	<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt						0,01
1	<i>Cyclotella fottii</i> Hustedt			0,02			
1	<i>Cyclotella gamma</i> Sovereign						0,01
6	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützinger	0,16	0,20	0,29	0,22	0,16	0,28
4	<i>Cyclotella radiosa</i> (Grunow) Lemmermann	0,02	0,03	0,03			0,01
2	<i>Cyclotella striata</i> (Kützinger) Grunow				0,02	0,01	
5	<i>Cymbella affinis</i> Kützinger	0,19		0,09	0,03	0,18	0,01
2	<i>Cymbella amphioxys</i> (Kützinger) Cleve	0,04					0,04
4	<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	0,02	0,05	0,06	0,04		
2	<i>Cymbella brehmii</i> Hustedt	0,02			0,02		
5	<i>Cymbella gracilis</i> (Ehrenberg) Kützinger	0,25		0,10	0,22	0,09	0,16
2	<i>Cymbella helvetica</i> Kützinger		0,02			0,06	
4	<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske	0,02		0,03	0,02	0,03	
2	<i>Cymbella laevis</i> Naegeli	0,02				0,01	
4	<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) C.Agardh	0,02	0,02		0,07	0,01	
1	<i>Cymbella pseudoaffinis</i> Tynni						0,01
3	<i>Cymbella tumidula</i> Grunow	0,06			0,06	0,01	
2	<i>Cymbella turgidula</i> Grunow					0,01	0,02
1	<i>Cymboplectra amphicephala</i> (Nägeli ex Kützinger) Krammer					0,01	
4	<i>Cymboplectra incerta</i> (Grunow) Krammer	0,03		0,02	0,09		0,20
5	<i>Cymboplectra naviculiformis</i> (Auerswald ex Heiberg) Krammer	0,11		0,09	0,06	0,01	0,14
4	<i>Cymboplectra subaequalis</i> (Grunow) Krammer	0,06		0,10	0,04		0,02
1	<i>Delphineis karstenii</i> (Boden) G.Fryxell						0,07
1	<i>Denticula elegans</i> Kützinger						0,04
3	<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	0,06	0,01				0,02
6	<i>Denticula tenuis</i> Kützinger	0,23	0,09	0,04	0,29	0,09	0,15
1	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützinger	0,02					
2	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh		0,01			0,01	
6	<i>Diatoma vulgare</i> Bory	0,10	0,04	0,09	0,20	0,07	1,26
5	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützinger) Cleve	0,06	0,05		0,02	0,02	0,04
1	<i>Diploneis marginestriata</i> Hustedt						0,05
1	<i>Diploneis minuta</i> Petersen					0,01	
5	<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler	0,02	0,03	0,02		0,01	0,07
1	<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	0,02					
1	<i>Diploneis pseudovalis</i> Hustedt		0,01				
1	<i>Discostella pseudostelligera</i> (Hustedt) Houk & Klee				0,19		
4	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	0,07			0,03	0,03	0,13
2	<i>Distironella germainii</i> (Lange-Bertalot & Reichardt) Morales, Bahls & Cody				0,09	0,02	
4	<i>Ellerbeckia arenaria</i> (Moore) Crawford	0,03			0,02	0,01	0,05

Occurrence	Nb sp. / genre	267	174	184	213	262	288
	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
5	<i>Encyonema alpinum</i> (Grunow) D.G.Mann	0,05	0,02		0,29	0,10	0,11
4	<i>Encyonema cespitosum</i> Kützing	0,02	0,02		0,02		0,16
1	<i>Encyonema elginense</i> (Krammer) D.G.Mann					0,01	
1	<i>Encyonema lacustre</i> (C.Agardh) Pantocsek					0,01	
2	<i>Encyonema leibleinii</i> (C.Agardh) W.J.Silva, R.Jahn, T.A.V.Ludwig, & M.Menezes	0,02				0,01	
5	<i>Encyonema mesianum</i> (Cholnoky) D.G.Mann	0,02	0,02	0,03		0,02	0,21
6	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	1,02	0,12	0,04	0,83	0,16	0,21
2	<i>Encyonema muelleri</i> (Hustedt) D.G.Mann in Round	0,02				0,01	
1	<i>Encyonema paucistriatum</i> (Cleve-Euler) D.G.Mann						0,01
2	<i>Encyonema perpusillum</i> (Cleve-Euler) D.G.Mann			0,02			0,01
2	<i>Encyonema reichardtii</i> (Krammer) D.G.Mann		0,02		0,02		
5	<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	0,37	0,09		0,42	0,06	0,13
3	<i>Encyonema triangulum</i> (Ehrenberg) Kützing	0,02				0,01	0,01
5	<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	0,57		0,39	0,21	0,15	1,64
3	<i>Encyonopsis falaisensis</i> (Grunow) Krammer	0,42			0,18		0,17
2	<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer					0,03	0,07
1	<i>Entomoneis ornata</i> (Bailey) Reimer					0,03	
1	<i>Eolimna aboensis</i> (Cleve) S.I.Genkal				0,02		
5	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brébisson	0,14	0,05	0,09	0,12		0,02
1	<i>Epithemia hyndmanii</i> W. Smith		0,01				
2	<i>Epithemia sorex</i> Kützing		0,01		0,09		
1	<i>Eucocconeis flexella</i> (Kützing) Meister						0,01
3	<i>Eucocconeis laevis</i> (Oestrup) Lange-Bertalot	0,02		0,02			0,04
5	<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	0,10		5,62	0,11	0,08	0,13
6	<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills	2,73	0,94	1,01	2,52	1,55	1,23
4	<i>Eunotia circumborealis</i> Lange-Bertalot & Nörpel	0,02	0,01			0,04	0,07
1	<i>Eunotia denticulata</i> (Brébisson) Rabenhorst			0,02			
1	<i>Eunotia diodon</i> Ehrenberg					0,01	
5	<i>Eunotia exigua</i> (Brébisson) Rabenhorst	0,08	0,01	0,07		0,78	0,09
1	<i>Eunotia faba</i> Ehrenberg			0,02			
3	<i>Eunotia fallax</i> A. Cleve	0,08				0,19	0,08
3	<i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson) Kützing	0,06				0,29	0,01
2	<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg		0,01			0,02	
5	<i>Eunotia glacialis</i> Meister	0,11		0,08	0,12	0,03	0,17
6	<i>Eunotia implicata</i> Nörpel, Alles & Lange-Bertalot	0,32	0,01	0,23	0,50	2,41	0,32
5	<i>Eunotia incisa</i> Gregory	0,14		0,03	0,13	0,13	0,05
3	<i>Eunotia intermedia</i> (Krasske) Nörpel & Lange-Bertalot	0,05				0,12	0,17
1	<i>Eunotia meisteri</i> Hustedt					0,02	
6	<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow	0,73	0,02	0,31	1,01	1,22	0,39
6	<i>Eunotia naegelii</i> Migula	0,41	0,09	0,11	0,35	1,00	0,03
1	<i>Eunotia paludosa</i> Grunow					0,01	
6	<i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	0,27	0,05	0,02	0,38	0,34	0,32
5	<i>Eunotia praerupta</i> Ehrenberg		0,02	0,10	0,06	0,05	0,04
1	<i>Eunotia rhynchocephala</i> Hustedt					0,01	
1	<i>Eunotia silvahercynia</i> Nörpel, Van Sull & Lange-Bertalot					0,01	
2	<i>Eunotia soleirolii</i> (Kützing) Rabenhorst				0,13	0,25	
3	<i>Eunotia steineckeii</i> Petersen	0,02			0,06	0,01	
1	<i>Eunotia subarcuatoides</i> Alles, Nörpel & Lange-Bertalot		0,01				
2	<i>Eunotia sudetica</i> O. Müller	0,06					0,03

Occurrence	Nb sp. / genre	267	174	184	213	262	288
		Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
5	<i>Eunotia tenella</i> (Grunow) Hustedt	0,87		0,21	0,74	0,37	0,17
3	<i>Fallacia helensis</i> (Schulz) D.G.Mann		0,03	0,02	0,02		
1	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützinger) Stickle & D.G.Mann						0,01
5	<i>Fallacia vitrea</i> (Østrup) D.G.Mann	0,03	0,06		0,05	0,06	0,26
4	<i>Fistulifera saprophila</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	0,15			0,09	0,04	0,88
2	<i>Fragilaria arcus</i> (Ehrenberg) Cleve		0,01				0,01
1	<i>Fragilaria bicapitata</i> Mayer					0,14	
3	<i>Fragilaria bidens</i> Heiberg		0,02	0,04	0,04		
6	<i>Fragilaria capucina</i> Demazieres	0,39	0,99	0,10	0,84	0,59	0,41
3	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton		0,50		0,36		0,02
1	<i>Fragilaria javanica</i> Hustedt					0,02	
3	<i>Fragilaria neoproducta</i> Lange-Bertalot		0,02			0,12	0,01
2	<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	0,03			0,05		
4	<i>Fragilaria tenera</i> var. <i>nanana</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot & S.Ulrich	0,02		0,11		0,10	0,13
1	<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützinger) Petersen						0,01
1	<i>Fragilariforma nitzschoides</i> (Grunow) Lange-Bertalot					0,03	
6	<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round	0,02	0,03	0,46	0,12	0,80	0,04
2	<i>Frustulia crassinervia</i> (Brébisson ex W.Smith) Lange-Bertalot & Krammer				0,05	0,02	
1	<i>Frustulia erifuga</i> Lange-Bertalot & Krammer						0,43
1	<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni				0,04		
3	<i>Frustulia saxonica</i> Rabenhorst	0,08			0,02	0,02	
3	<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	0,02			0,10	0,06	
1	<i>Geissleria schoenfeldii</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin	0,02					
4	<i>Genkalia digitulus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & Kulikovskiy	0,03	0,01		0,02	0,02	
1	<i>Gliwiczia calcar</i> (Cleve) Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Witkowski						0,04
1	<i>Gomphoneis minuta</i> (Stone) Kocielek & Stoermer					0,01	
5	<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst	0,10		0,02	0,06	0,05	0,28
6	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	0,27	0,15	0,10	0,22	0,11	0,02
6	<i>Gomphonema affine</i> Kützinger	0,56	0,10	0,09	0,76	0,30	0,23
6	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützinger) Rabenhorst	0,47	0,27	0,13	0,17	0,03	0,13
5	<i>Gomphonema angustum</i> Agardh	0,40		0,10	0,54	0,17	0,07
6	<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	0,06	0,09	0,02	0,07	0,01	0,18
2	<i>Gomphonema bohemicum</i> Reichelt & Frivke	0,02		0,04			
3	<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg		1,18		0,02	0,05	
6	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	0,47	0,10	0,05	0,53	0,45	0,32
1	<i>Gomphonema hebridens</i> Gregory	0,03					
5	<i>Gomphonema insigne</i> Gregory	0,74		0,27	1,01	0,20	0,01
1	<i>Gomphonema lagerheimii</i> A. Cleve	0,02					
6	<i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh	0,34	0,02	0,23	0,68	0,15	0,25
6	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützinger) Kützinger	2,37	2,76	0,89	2,38	1,68	1,51
2	<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot		0,10		0,12		
2	<i>Gomphonema pseudotenellum</i> Lange-Bertalot	0,02					0,02
5	<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot	0,36	0,20	0,06	0,14	0,01	
2	<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grunow) Fricke	0,02		0,02			

Occurrence	Nb sp. / genre	267	174	184	213	262	288
	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
5	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	0,03		0,03	0,02	0,09	0,04
1	<i>Gomphonemopsis exigua</i> (Kützing) Medlin		0,02				
1	<i>Gomphosphenia grovei</i> (M.Schmidt) Lange-Bertalot					0,01	
2	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst			0,05			0,03
4	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	0,02	0,01			0,01	0,01
1	<i>Halamphora holsatica</i> (Hustedt) Levkov					0,01	
4	<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov	0,02	0,02			0,03	0,11
6	<i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bertalot	1,22	0,07	0,03	0,26	0,63	0,15
6	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	5,58	3,71	22,09	1,84	1,84	2,71
1	<i>Hantzschia graciosa</i> Lange-Bertalot				0,03		
5	<i>Hantzschia subrupestris</i> Lange-Bertalot	0,17	0,05	0,28	0,02	0,04	
1	<i>Hippodonta subcostulata</i> (Hustedt) Lange -Bertalot, Metzeltin & Witkowski		0,02				
5	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange -Bertalot, Metzeltin & Witkowski	0,09	0,02		0,04	0,06	0,08
3	<i>Hippodonta costulata</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	0,02			0,02		0,04
6	<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, J.R.Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot & Kopalová	1,55	0,44	1,35	0,67	19,68	0,50
6	<i>Humidophila gallica</i> (W.Smith) Lowe, Kociolek, Q.You, Q.Wang & Stepanek	4,95	0,31	0,29	2,94	0,17	1,16
4	<i>Humidophila perpusilla</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, J.R.Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot & Kopalová			0,05	0,02	0,03	0,05
1	<i>Humidophila schmassmannii</i> (Hustedt) K.Buczko & A.Wojtal						0,01
1	<i>Iconella biseriata</i> (Brébisson) Ruck & Nakov					0,04	
3	<i>Iconella delicatissima</i> (F.W.Lewis) Ruck & Nakov	0,02				0,02	0,04
1	<i>Iconella linearis</i> (W.Smith) Ruck & Nakov						0,07
6	<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Bukhtiyarova	0,34	0,20	0,03	0,10	0,03	0,05
5	<i>Karayevia kolbei</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	0,28	0,13	0,02	0,10		0,19
1	<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Kingston						0,02
3	<i>Karayevia ploenensis</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	0,02				0,07	0,08
1	<i>Karayevia suchlandtii</i> (Hustedt) Bukhtiyarova					0,03	
6	<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) Round & Basson	1,56	0,43	0,11	1,30	0,16	0,19
2	<i>Lindavia antiqua</i> (W.Smith) Nakov, Guillory, Julius, Theriot & Alverson		0,02		0,03		
5	<i>Lindavia bodanica</i> (Eulenstein ex Grunow) T.Nakov, Guillory, Julius, Theriot & Alverson		0,09	0,10	0,12	0,01	0,02
1	<i>Lindavia lacunarum</i> (Hustedt) Nakov, Guillory, Julius, Theriot & Alverson	0,02					
6	<i>Luticola cohnii</i> (Hilse) D.G. Mann	1,47	0,12	0,49	0,07	0,38	0,29
6	<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G. Mann	2,53	0,13	0,03	0,10	0,21	0,04
6	<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G. Mann	2,29	1,21	6,51	0,56	1,82	1,74
2	<i>Luticola muticoides</i> (Hustedt) D.G. Mann			0,05		0,13	
6	<i>Luticola muticopsis</i> (Van Heurck) D.G.Mann	0,26	0,13	0,06	0,26	0,10	0,01
4	<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenberg) D.G. Mann	0,03		0,11		0,01	0,07
1	<i>Luticola paramutica</i> (W. Bock) D.G. Mann		0,02				
2	<i>Luticola pseudonivalis</i> (W.Bock) Levkov, Metzeltin & A.Pavlov	0,02	0,01				
3	<i>Luticola saxophila</i> (Bock ex Hustedt) D.G. Mann		0,05	0,19		0,03	
1	<i>Luticola suecorum</i> (G.W.F. Carson) Van de Vijver			0,09			

Nb sp. / genre		267	174	184	213	262	288
Occurrence	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
2	<i>Luticola ventricosa</i> (Kützinger) D.G. Mann-	0,25					0,01
1	<i>Mastogloia elliptica</i> (Agardh) Cleve			0,02			
1	<i>Mayamaea agrestis</i> (Hustedt) Lange-Bertalot						0,04
6	<i>Mayamaea atomus</i> (Kützinger) Lange-Bertalot	0,92	2,79	0,05	0,81	0,45	2,01
1	<i>Melosira lineata</i> (Dillwyn) Agardh			0,02			
1	<i>Melosira moniliformis</i> (O.F. Müller) Agardh			0,02			
6	<i>Melosira varians</i> Agardh	0,42	0,03	0,06	0,36	0,23	1,31
6	<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh	0,37	0,08	0,02	0,48	0,29	0,19
1	<i>Microcostatus krasskei</i> (Hustedt) J.R.Johansen & Sray					0,10	
1	<i>Navicula abiskoensis</i> Hustedt					0,02	
1	<i>Navicula angusta</i> Grunow						0,02
4	<i>Navicula bergerii</i> Krasske	0,02		0,02		0,03	0,06
1	<i>Navicula bremensis</i> Hustedt						0,01
6	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain ex Gasse	0,85	0,05	0,02	0,52	0,19	0,59
3	<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	0,03			0,02		0,02
6	<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	0,15	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04
6	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützinger	1,24	0,98	0,57	0,92	0,16	0,92
6	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	0,95	0,54	0,09	0,76	0,19	0,54
6	<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	0,30	0,02	0,11	0,03	0,01	0,28
5	<i>Navicula digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs	0,06		0,02	0,02	0,02	0,02
6	<i>Navicula gregaria</i> Donkin	5,07	0,03	0,10	4,01	0,12	2,24
1	<i>Navicula guttata</i> var. <i>peragalli</i> (Brun) Cleve			0,02			
1	<i>Navicula ingrata</i> Krasske	0,17					
2	<i>Navicula jakovljevicii</i> Hustedt	0,03			0,04		
6	<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	0,11	0,04	0,02	0,19	0,04	0,43
1	<i>Navicula laterostrata</i> (Hustedt) Lange-Bertalot						0,02
2	<i>Navicula leptostriata</i> Jörgensen	0,02					0,04
3	<i>Navicula lesmonensis</i> Hustedt	0,02			0,02		0,01
1	<i>Navicula libonensis</i> Schoeman					0,02	
5	<i>Navicula menisculus</i> Schumann var. <i>menisculus</i>	0,09		0,02	0,06	0,08	0,13
1	<i>Navicula meniscus</i> Schumann					0,01	
1	<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt					0,03	
1	<i>Navicula perminuta</i> Grunow			0,02			
4	<i>Navicula pseudosilicula</i> Hustedt	0,02	0,01		0,02		0,02
5	<i>Navicula radiosa</i> Kützinger	0,11	0,02		0,13	0,23	0,03
4	<i>Navicula radiosafallax</i> Lange-Bertalot	0,03	0,06	0,04			0,02
1	<i>Navicula rescens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	0,02					
6	<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützinger	0,04	0,12	0,04	0,11	0,15	0,11
1	<i>Navicula rostellata</i> Kützinger						0,02
1	<i>Navicula salinicola</i> Hustedt						0,01
2	<i>Navicula slesvicensis</i> Grunow			0,03	0,03		
4	<i>Navicula striolata</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0,02		0,02	0,02		0,26
1	<i>Navicula subadnata</i> Hustedt	0,02					
3	<i>Navicula tenelloides</i> Hustedt	0,03				0,02	0,02
5	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	0,90	0,03		0,72	0,13	0,14
6	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	0,03	0,11	0,03	0,09	0,02	0,11
5	<i>Navicula veneta</i> Kützinger	0,21	0,02		0,14	0,02	0,42
3	<i>Navicula viridula</i> (Kützinger) Ehrenberg				0,04	0,01	0,14
2	<i>Navigeia decussis</i> (Østrup) Bukhtiyarova				0,02		0,01

Occurrence	Nb sp. / genre	267	174	184	213	262	288
	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
1	<i>Navigeia modica</i> (Hustedt) Bukhtiyarova						0,01
2	<i>Neidiopsis levanderi</i> (Hustedt) Lange-Bertalot & Metzeltin		0,05				0,06
3	<i>Neidium alpinum</i> Hustedt	0,02		0,02			0,04
3	<i>Neidium bisulcatum</i> (Lagerstedt) Cleve	0,03				0,01	0,01
2	<i>Neidium hercynicum</i> A. Mayer					0,01	0,02
1	<i>Neidium iridis</i> (Ehrenberg) Cleve	0,02					
4	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützinger) W. Smith		0,03	0,06		0,02	0,10
6	<i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bertalot	1,17	0,48	0,28	0,89	0,13	0,49
1	<i>Nitzschia agnita</i> Hustedt	0,02					
3	<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt	0,02				0,01	0,02
1	<i>Nitzschia amabilis</i> H.Suzuki						0,01
6	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	0,53	0,61	0,24	0,28	0,16	0,28
1	<i>Nitzschia bacilliformis</i> Hustedt			0,03			
1	<i>Nitzschia bacillum</i> Hustedt						0,15
1	<i>Nitzschia bremensis</i> Hustedt					0,03	
1	<i>Nitzschia bryophila</i> (Hustedt) Hustedt						0,01
1	<i>Nitzschia communata</i> Grunow	0,02					
2	<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst	0,02				0,02	
1	<i>Nitzschia dippelii</i> Grunow						0,02
6	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützinger) Grunow	0,46	0,33	0,20	0,59	0,11	2,61
1	<i>Nitzschia diversa</i> Hustedt						0,01
1	<i>Nitzschia draveillensis</i> Coste & Ricard						0,01
1	<i>Nitzschia dubia</i> W. Smith			0,02			
1	<i>Nitzschia fasciculata</i> (Grunow) Grunow						0,01
3	<i>Nitzschia filiiformis</i> (W. Smith) Van Heurck	0,07				0,01	0,01
1	<i>Nitzschia flexa</i> Schumann						0,11
6	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	0,48	0,23	0,19	0,53	0,29	0,68
2	<i>Nitzschia fossilis</i> (Grunow) Grunow		0,03				0,13
1	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützinger) Grunow						0,04
1	<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt	0,02					
2	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch			0,10			0,04
5	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	0,12	0,06		0,04	0,16	0,40
1	<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch					0,02	
1	<i>Nitzschia kittlii</i> Grunow					0,01	
6	<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith	0,18	0,02	0,02	0,22	0,13	1,24
2	<i>Nitzschia lorenziana</i> Grunow				0,07	0,01	
1	<i>Nitzschia macilenta</i> Gregory					0,04	
6	<i>Nitzschia palea</i> (Kützinger) W. Smith	0,19	0,30	0,03	0,19	0,10	0,52
4	<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	0,06		0,08	0,61	0,01	
2	<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt					0,03	0,58
6	<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) Peragallo	0,93	1,40	0,41	0,47	0,19	1,38
1	<i>Nitzschia perpiscua</i> Cholnoky						1,17
1	<i>Nitzschia pumila</i> Hustedt					0,02	
5	<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	0,13	0,09		0,11	0,05	0,13
1	<i>Nitzschia rupestris</i> Proskina-Lavrenko			0,02			
2	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützinger) W. Smith	0,02				0,02	
3	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W. Smith			0,02		0,01	0,06
1	<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt						0,02
2	<i>Nitzschia sublinearis</i> Hustedt		0,01		0,34		

Nb sp. / genre		267	174	184	213	262	288
Occurrence	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
2	<i>Nitzschia suchlandtii</i> Hustedt	0,40				0,03	
1	<i>Nitzschia terrestris</i> (Petersen) Hustedt			0,02			
1	<i>Nitzschia tropica</i> Hustedt	0,02					
2	<i>Nitzschia tubicola</i> Grunow			0,04			0,01
1	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot					0,09	
2	<i>Nitzschia valdecostata</i> Lange-Bertalot & Simonsen			0,15			0,35
1	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch					0,01	
4	<i>Nupela lapidosa</i> (Krasske) Lange-Bertalot	0,02	0,02	0,04		0,01	
2	<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing		0,03		0,02		
2	<i>Odontidium mesodon</i> (Kützing) Kützing	0,06					0,02
2	<i>Orthoseira dendroteres</i> (Ehrenberg) Genkal & Kulikovskiy				0,09		0,08
2	<i>Orthoseira roeseana</i> (Rabenhorst) Pfitzer			0,08		0,08	
6	<i>Pantocsekiella ocellata</i> (Pantocsek) K.T.Kiss & Ács	0,06	0,10	0,16	0,05	0,06	0,40
1	<i>Pantocsekiella rossii</i> (H.Håkansson) K.T.Kiss & E.Ács						0,02
1	<i>Paraplaconeis placentula</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy & Lange-Bertalot	0,02					
1	<i>Paraplaconeis subplacentula</i> (Hustedt) Kulikovskiy & Lange-Bertalot	0,02					
1	<i>Peronia fibula</i> (Brébisson ex Kützing) R.Ross	0,02					
2	<i>Pinnularia acidophila</i> Hofmann & Krammer			0,02			0,04
6	<i>Pinnularia appendiculata</i> (Agardh) Cleve	0,78	0,08	0,40	0,28	0,23	0,08
1	<i>Pinnularia bertrandii</i> Krammer	0,03					
1	<i>Pinnularia biceps</i> Gregory var. <i>biceps</i>			0,02			
6	<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	1,10	0,67	33,92	0,50	9,44	0,61
1	<i>Pinnularia brandelii</i> Cleve	0,02					
1	<i>Pinnularia brauniana</i> (Grunow) Mills					0,03	
3	<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	0,06			0,05		0,01
1	<i>Pinnularia canadensis</i> Krammer					0,01	
1	<i>Pinnularia cardinaliculus</i> Cleve					0,01	
1	<i>Pinnularia cuneola</i> Reichardt					0,01	
3	<i>Pinnularia divergens</i> W.M.Smith var. <i>divergens</i>				0,02	0,04	0,07
1	<i>Pinnularia diversa</i> Öestrup	0,05					
3	<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg var. <i>gibba</i>	0,04			0,06	0,09	
1	<i>Pinnularia gibbiformis</i> Krammer?			0,02			
2	<i>Pinnularia incognita</i> Krasske	0,05				0,01	
1	<i>Pinnularia inconstans</i> Mayer						0,01
1	<i>Pinnularia intermedia</i> (Lagerstedt) Cleve				0,04		
1	<i>Pinnularia interrupta</i> W. Smith			0,02			
1	<i>Pinnularia jocolata</i> (Manguin) Krammer			0,06			
4	<i>Pinnularia legumen</i> Ehrenberg	0,06		0,02		0,01	0,07
4	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve	0,05			0,12	0,26	0,05
4	<i>Pinnularia neomajor</i> Krammer	0,04		0,03	0,07		0,04
5	<i>Pinnularia nodosa</i> (Ehrenberg) W.Smith	0,11		0,02	0,21	0,03	0,01
1	<i>Pinnularia nodosiformis</i> Krammer				0,02		
5	<i>Pinnularia obscura</i> Krasske	0,14	0,03		0,02	0,48	0,11
2	<i>Pinnularia perirrorata</i> Krammer			0,02			0,29
5	<i>Pinnularia rupestris</i> Hantzsch	0,11	0,01	0,06		0,01	0,08
2	<i>Pinnularia schoenfelderii</i> Krammer	0,02				0,02	
1	<i>Pinnularia silvatica</i> Petersen						0,01
1	<i>Pinnularia sinistra</i> Krammer				0,02		

Nb sp. / genre		267	174	184	213	262	288
Occurrence	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
1	<i>Pinnularia stricta</i> Hustedt				0,05		
6	<i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory	0,45	0,08	0,13	0,43	0,44	0,32
2	<i>Pinnularia subgibba</i> Krammer			0,04		0,03	
1	<i>Pinnularia submicrostauron</i> Schroeter				0,09		
1	<i>Pinnularia subnodosa</i> Hustedt						0,01
1	<i>Pinnularia subrostrata</i> (A. Cleve) Cleve-Euler sensu Krammer				0,04		
1	<i>Pinnularia sudetica</i> (Hilse) Hilse			0,07			
2	<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer					0,05	0,02
6	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	0,08	0,02	0,06	0,15	0,03	0,12
1	<i>Placogeia kriegeri</i> (K.Krasske) Bukhtiyarova	0,02					
1	<i>Placoneis clementioides</i> (Hustedt) E.J.Cox	0,03					
4	<i>Placoneis clementis</i> (Hustedt) E.J.Cox			0,05	0,06	0,03	0,02
3	<i>Placoneis constans</i> (Hustedt) E.J.Cox		0,01	0,02			0,02
1	<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) Cox var. <i>exigua</i> (W. Gregory) P. Tsarenko		0,02				
6	<i>Placoneis elginensis</i> (W.Gregory) E.J.Cox	0,16	0,23	0,07	0,02	0,01	0,02
1	<i>Placoneis hambergii</i> (Hustedt) K.Bruder		0,01				
3	<i>Placoneis ignorata</i> (Schimanski) Lange-Bertalot	0,03		0,04	0,02		
1	<i>Planothidium delicatulum</i> (Kütz.) Round & Bukhtiyarova						0,05
2	<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	0,03			0,04		
6	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	4,36	11,69	1,16	4,37	0,97	11,11
1	<i>Planothidium oestrupii</i> (Cleve-Euler) Round & Bukhtiyarova					0,01	
2	<i>Planothidium peragalloi</i> (Brun & Heribaud) Round & Bukhtiyarova				0,03	0,03	
1	<i>Planothidium rostratum</i> (Oestrup) Lange-Bertalot						0,08
1	<i>Platessa conspicua</i> (A.Mayer) Lange-Bertalot	0,06					
1	<i>Platessa lutheri</i> (Hustedt) Potapova	0,02					
1	<i>Prestauroneis protracta</i> (Grunow) Kulikovskiy & Glushchenko				0,06		
1	<i>Prestauroneis protractoides</i> (Hustedt) Q.Liu & Kocielek						0,01
1	<i>Psammothidium altaicum</i> (Poretzky) Bukhtiyarova						0,01
1	<i>Psammothidium daonense</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot						0,01
3	<i>Psammothidium grischunum</i> (Wuthrich) Bukhtiyarova et Round	0,02	0,02	0,02			
1	<i>Psammothidium levanderi</i> (Hustedt) Bukhtiyarova & Round					0,03	
1	<i>Psammothidium microscopicum</i> (Cholnoky) S.Blanco	0,02					
2	<i>Psammothidium montanum</i> (Krasske) Mayama	0,04				0,01	
4	<i>Psammothidium oblongellum</i> (Oestrup) Van de Vijver	0,19			0,26	0,34	0,19
1	<i>Psammothidium rossii</i> (Hustedt) Bukhtiyarova et Round					0,02	
1	<i>Psammothidium ventrale</i> (Krasske) Bukhtiyarova et Round					0,01	
2	<i>Pseudofallacia monoculata</i> (Hustedt) Y.Liu, Kocielek & Q.Wang	0,02			0,02		
1	<i>Pseudofallacia occulta</i> (Krasske) Y.Liu, Kocielek & Q.X.Wang					0,02	
6	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) D.M.Williams & Round	1,68	0,48	1,41	1,21	5,75	1,46

Nb sp. / genre		267	174	184	213	262	288
Occurrence	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
6	<i>Pseudostaurosira elliptica</i> (Schumann) Edlund, Morales & Spaulding	0,29	0,06	0,53	1,10	1,93	0,59
2	<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) E.Morales	0,03				0,01	
2	<i>Pseudostaurosira robusta</i> (Fusey) D.M.Williams & Round					0,01	0,01
6	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kocielek & Stoermer	0,16	0,01	0,11	0,09	0,11	0,13
6	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot	0,07	0,07	0,12	0,04	0,04	0,12
2	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller		0,21				0,01
1	<i>Rossithidium silvahercynia</i> (Lange-Bertalot) Bukhtiyarova		0,06				
2	<i>Sarcophagodes mutabilis</i> (Grunow) E.Morales	0,02					0,04
1	<i>Sellaphora americana</i> (Ehrenberg) D.G.Mann						0,01
1	<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann						0,04
5	<i>Sellaphora laevisissima</i> (Kützinger) D.G.Mann	0,02	0,18	0,09	0,12	0,02	
4	<i>Sellaphora medioconvexa</i> (Hustedt) C.E.Wetzel	0,03			0,04	0,02	0,10
1	<i>Sellaphora nana</i> (Hustedt) Lange-Bertalot, Cavacini, Tagliaventi & Alfinito	0,03					
6	<i>Sellaphora nigri</i> (De Notaris) C.E. Wetzel et Ector	1,89	3,92	0,53	2,14	0,56	3,58
6	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützinger) Mereschkovsky	0,19	0,01	0,10	0,19	0,14	0,40
1	<i>Sellaphora rotunda</i> (Hustedt) Wetzel, Ector, Van de Vijver, Compère & D.G.Mann						0,01
6	<i>Sellaphora saugerresii</i> (Desm.) C.E. Wetzel & D.G. Mann	0,20	1,15	0,05	0,06	0,03	0,18
3	<i>Sellaphora stroemii</i> (Hustedt) H.Kobayasi				0,02	0,01	0,01
1	<i>Sellaphora tridentula</i> (Krasske) C.E. Wetzel				0,02		
1	<i>Sellaphora weinzierlii</i> (Schimanski) E.Reichardt				0,02		
2	<i>Stauroforma exiguiiformis</i> (Lange-Bertalot) Flower Jones et Round	0,03			0,02		
6	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	0,19	0,13	0,18	0,13	0,02	0,04
1	<i>Stauroneis borrichii</i> (Petersen) Lund	0,02					
6	<i>Stauroneis kriegei</i> Patrick	0,06	0,01	0,03	0,14	0,09	0,04
1	<i>Stauroneis legumen</i> Ehrenberg					0,02	
2	<i>Stauroneis lundii</i> Hustedt	0,03					0,01
3	<i>Stauroneis obtusa</i> Lagerstedt	0,03	0,01	0,10			
6	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	0,05	0,07	0,04	0,05	0,05	0,05
2	<i>Stauroneis pseudosubobtusoides</i> Germain	0,02					0,01
3	<i>Stauroneis schimanskii</i> Krammer	0,02		0,10	0,07		
5	<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	0,05	0,03	0,15	0,16	0,07	
1	<i>Stauroneis thermicola</i> (Petersen) Lund				0,04		
2	<i>Stauroneis undata</i> Hustedt	0,10	0,02				
3	<i>Staurosira berlinensis</i> (Lemmermann) Lange-Bertalot	0,02		0,06			0,01
6	<i>Staurosira construens</i> Ehrenberg	0,17	0,06	0,71	0,11	6,74	0,44
6	<i>Staurosira leptostauron</i> (Ehrenberg) Kulikovskiy & Genkal	0,25	0,08	0,17	0,17	1,12	0,70
1	<i>Staurosira pseudoconstruens</i> (Marciniak) Lange-Bertalot						0,19
2	<i>Staurosirella oldenburgiana</i> (Hustedt) Morales	0,03					0,01
6	<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehr.) Williams & Round	1,25	0,24	2,59	2,07	6,37	2,87
5	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	0,04	0,09		0,06	0,06	0,11
1	<i>Stephanodiscus medius</i> Håkansson						0,16
2	<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützinger) Cleve & Möller		0,02				0,01
1	<i>Stephanodiscus neoastreae</i> Håkansson & Hikel			0,02			
5	<i>Surirella angusta</i> Kützinger	0,14	0,01		0,09	0,06	0,05
3	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	0,02				0,01	0,46
1	<i>Surirella librile</i> (Ehrenberg) Ehrenberg						0,13

Nb sp. / genre		267	174	184	213	262	288
Occurrence	Genres - Espèces	Evernia	Pseudevernia	Cladonia	Parmelia	Ramalina	Usnea
5	<i>Surirella minuta</i> Brebisson ex Kützing	0,05		0,05	0,06	0,05	0,04
1	<i>Surirella ovalis</i> Brébisson						0,02
4	<i>Surirella roba</i> Leclercq	0,03		0,02	0,02		0,05
2	<i>Synedra famelica</i> Kützing	0,11					0,01
4	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	0,02	0,04			0,13	0,16
6	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	0,20	0,26	0,11	0,21	0,06	0,31
1	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.A. Agardh) Williams et Round						0,03
1	<i>Tabularia investiens</i> (W.Smith) D.M.Williams & Round		0,01				
3	<i>Tertiarius pygmaeus</i> (Pantocsek) Håkansson & Khursevich		0,06	0,06			0,04
3	<i>Tetracyclus rupestris</i> (Braun) Grunow	0,02	0,03			0,01	
3	<i>Thalassiosira pseudonana</i> Hasle & Heimdal	0,06				0,01	0,01
5	<i>Thalassiosira visurgis</i> Hustedt		0,27	0,21	0,04	0,06	0,12
1	<i>Tryblionella angustata</i> W.Smith					0,01	
1	<i>Tryblionella calida</i> (Grunow) D.G.Mann		0,01				
1	<i>Tryblionella compressa</i> (Bailey) Poulin	0,02					
2	<i>Tryblionella debilis</i> Arnott ex O'Meara				0,02	0,02	
3	<i>Tryblionella hungarica</i> (Grunow) D.G. Mann	0,02			0,04		0,08
5	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) Aboal	0,05	0,17		0,04	0,04	0,04
6	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	0,49	2,79	0,13	2,01	0,24	0,14