

Étude préliminaire des diatomées des Cistudes d'Europe (*Emys orbicularis* Linnaeus, 1758) des Étangs de La Brenne, France

Jean Bertrand¹ et Luc Ector²

Résumé

L'analyse préliminaire des diatomées colonisant deux des étangs de la Brenne et se fixant sur les tortues Cistudes (*Emys orbicularis* Linnaeus, 1758) a permis, par l'utilisation de deux indices diatomiques nouveaux, de tester la qualité de l'eau en relation avec celles prélevées sur les tortues. Les résultats montrent la mauvaise qualité des eaux, identiques à celles des Cistudes, mais celles-ci ont une plus grande richesse diatomique. Ces résultats confirment les analyses chimiques précédemment effectuées. Toutefois ces résultats sont en désaccord avec ceux effectués, également sur des Cistudes, du delta du Rhône (Camargue) par une équipe universitaire de Marseille utilisant le système de qualification de l'eau des rivières : IBD (Indice Biologique Diatomique), système non utilisable dans le cas des mares et des étangs.

Mots clés : Algues épizoïques, épibiontes, Tortue, Cistudes, *Emys orbicularis*, plastron, carapace, marais temporaires, Diatomophyceae, qualité des eaux.

Abstract

The preliminary analysis of the diatoms colonizing two of the Brenne ponds and attaching themselves to the European pond turtles (*Emys orbicularis* Linnaeus, 1758) made it possible, through the use of two new diatomic indices, to test the quality of the water in relation to those taken from turtles. The results show the poor quality of the water, identical to those of the European pond turtle though these have a greater diatomic variety. These results confirm the chemical analyses previously carried out. However, these results do not agree with those carried out, also on European pond Turtle, in the Rhône Delta (Camargue) by a university team from Marseille using the river water qualification system: DBI (Diatomite Biological Indice), a system which cannot be used in the case of wetland and ponds.

Keywords: Epizoic algae, epibionts, turtle, *Emys orbicularis*, plastron, carapace, temporary wetland, Diatomophyceae, water quality.

Introduction

Ce travail fait suite à la demande du Directeur de la réserve « Chérine » de La Brenne concernant la santé biologique des eaux des étangs dans lesquelles vivent les tortues Cistude. Le rapport de Fayolle Sanna (2016) sur les diatomées épizoïques des cistudes, la communication de Vassal *et al.* (2017) sur le même sujet, ainsi que les rapports ASCONIT (2015, 2017) sur la qualité des eaux, nous ont permis de situer le problème.

Il est remarquable que l'étude des chéloniens d'eau douce liée à la qualité de leur environnement n'ait fait l'objet d'articles important que récemment. Leur extinction rapide puisqu'il ne reste que trois foyers en France, l'Alsace, le delta du Rhône et la Brenne, est probablement la cause de l'intérêt soudain pour ces animaux. La colonisation plus ou moins envahissante des carapaces par de nombreux organismes aquatiques, algues épizoïques et micro-phytoplancton entre autres, ont conduit à soupçonner celles-ci d'être les auteurs ou tout au moins les

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

2. Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST) Environmental Research and Innovation Department (ERIN), 41 rue du Brill, L-4422 Belvaux, Grand-Duché de Luxembourg.

indicateurs de l'anthropisation des étangs et des lacs et conduisant à l'extinction des tortues.

Ottonello *et al.* (2005) donnent un aperçu des colonies de classes diverses d'organismes colonisant les carapaces des tortues. Plus précisément Soylu *et al.* (2006) répertorient 53 algues diverses dont 11 espèces de diatomées sur 35 tortues d'Anatolie centrale (Turquie). Puis Sommer *et al.* (2007, 2009) étudient l'extension des colonies dans toute l'Europe à l'Holocène, précisant ainsi la déperdition considérable à notre époque de ces animaux. Également Garbary *et al.* (2007), sur 19 tortues du Canada, comptabilisent les algues filamenteuses recouvrant les carapaces. Ils insistent sur la présence d'amas considérables de Cyanophycées. Celles-ci sont généralement considérées comme indicateurs d'eau fortement eutrophe à hypereutrophe. Il n'est pas signalé de diatomées. Argül *et al.* (2014) déterminent que certaines algues filamenteuses et cyanophycées se développent mieux sur une espèce de tortue, *Emys orbicularis*, que sur *Mauremis rivulata*. Erzanli & Gonunoli (2014), sur 55 tortues de Turquie, répertorient quatre classes de microalgues, parmi lesquelles ils citent 15 taxons de diatomées (classées par les auteurs dans les Chrysophycées ?). Ils notent également 26 taxons appartenant aux Cyanophycées. Pavlov *et al.* (2016) se sont intéressés à un taxon particulier. Ils ont décrit une espèce nouvelle de diatomée : *Mastogloia sterijovskii* Wu & Bergey (2017), et font une étude écologique territoriale complète en prenant 25 tortues issues des collections des muséums de cinq états des USA, dont ils décrivent et analysent 107 taxons de diatomées en relation avec leur milieu. Ils remarquent l'invasion massive d'une diatomée, *Luticola goeppertiana*, espèce considérée comme eutrophe (Van Dam *et al.*, 1994) et concluent à l'intérêt de prendre en compte les collections des muséums pour ce type d'étude. La relation entre les carapaces de tortues et les assemblages de diatomées a été étudiée et caractérisée dans des termes taxonomiques et biologiques (abondances des espèces, forme de vie et attachement) sur les carapaces de sept tortues par Donato-Rondon *et al.* (2018). Enfin Rivera *et al.* (2018) employant de nouvelles méthodes de codage par l'ADN, essaient de contourner le problème délicat de la détermination des taxons de diatomées. Celles-ci, présentes dans les biofilms des carapaces des tortues marines de Mayotte, sont nécessaires à l'estimation des comportements de ces chéloniens.

Notre étude préliminaire a été entreprise afin de juger de la fiabilité des relations entre les colonisations des diatomées sur les cistudes et la qualité des eaux des étangs dans lesquelles elles vivent. Il n'est pas

douteux que cette qualité des eaux des deux étangs (Cistude et Hautes Rondières) fortement dégradée par la présence d'orthophosphates en quantité notable (ASCONIT 2015, 2017) et révélée par la présence de cyanophycées parfois toxiques, sont soupçonnés d'avoir des répercussions sur la santé des chéloniens ainsi que sur la flore diatomique. Or, les rapports de Fayolle *et al.* (2016) et Vassal *et al.* (2017) concluaient à une qualité biologique acceptable et non discriminatoire calculée entre les divers supports à l'aide de l'IBD (CEMAGREF 1982 ; Indice Biologique Diatomique normalisé, utilisé par toutes les DREAL de France pour les rivières). Ces études ont été réalisées dans des marais de la Camargue au sud de la France. Il était donc primordial de lever ce doute pour permettre de mettre en place une politique de remise en état des eaux et de surveiller la santé des cistudes.

Matériel et méthodes

Les prélèvements ont eu lieu dans les étangs de la réserve naturelle de La Brenne (Réserve Nationale de Chérine, Maison de la Nature et de la Réserve 36290 Saint-Michel-en-Brenne).

1) Étang de « Cistude » : prélèvement des diatomées sur le bouclier dorsal arrière d'une tortue ainsi que 50 cl d'un mélange d'eau de l'étang.

2) Étang des « Hautes Rondières » : Prélèvement sur une tortue, puis les diatomées de trois tortues mélangées après prélèvements. Prélèvement de 50 cl d'un mélange d'eau de l'étang.

Pour une analyse complète des diatomées contenues dans l'eau des étangs nous avons procédé comme pour les mares (Bertrand *et al.* 2013), à savoir la récolte sur tous les supports suspectés d'être colonisés par les diatomées et mélangés avec l'eau.

Les diatomées sont prélevées par brossage du bouclier sur toute les surfaces sur lesquelles on soupçonne des diatomées et mises dans des tubes avec de l'eau de l'étang, sans additif de conservation afin de procéder à un examen, comptage et détermination des organismes vivants, dans les 24 heures suivant la récolte. Les récoltes des diatomées des eaux ont été traitées indépendamment des diatomées des cistudes afin d'effectuer des comparaisons et mesurer les corrélations.

Ensuite les récoltes sont traitées dans H₂O₂ à 60° C pendant 3 heures afin d'éliminer la matière vivante des diatomées (ne laissant que leurs squelettes de silice), suivit de trois lavages à l'eau déminéralisée. Les diatomées sont ensuite incluses dans une résine (Naphrax ind. 1.74) pour détermination des espèces.

Afin d'être sûr d'avoir recueilli la totalité des espèces de diatomées, les comptages ont été conduit jusqu'à 2700 frustules par préparation. A noter que dans le système IBD ou IPS (CEMAGREF 1982, Prygiel & Coste 2000), les comptages s'arrêtent à 400 frustules. Dans ce cadre, il est admis qu'au-delà de cette quantité, la probabilité de trouver de nouvelles espèces significatives est extrêmement faible et n'agit plus sur l'indice final calculé.

Pour le calcul de la qualité des eaux nous avons préféré (Bertrand *et al.* 2013, 2014, 2015a et 2015b) utiliser le système mis au point dans le programme scientifique Valmares (2007-2010) comportant l'étude et l'analyse exhaustive de 130 mares de la région orléanaise. La physiologie des mares se différenciant seulement des étangs par la possibilité de ceux-ci d'être vidangées régulièrement contrairement aux mares qui sont toujours fermées. Cette étude nous avait donc permis de mettre au point deux indices de

qualité des eaux des mares (IMsa : indice anthropique, et IMso : indice organique) qui se distinguaient par des écarts significatifs avec l'IBD et l'IPS. Ces indices donnent une meilleure et plus fine image de la qualité des eaux en séparant les sources de pollution. D'où la nécessité de conduire les comptages le plus élevé possible dans le cas des Cistudes.

L'examen à l'état vivant a été effectué après 5 heures de repos, sans préparation ni colorant : observations microscopiques (Olympus BH2, objectifs x 10 et 40). Les diatomées ont été déterminées à l'aide de microscope Olympus BH2, muni d'un objectif à immersion X100 apochromatique à contraste de phase.

Avant de procéder aux calculs de corrélation (Pearson) nous avons « normalisé » les peuplements diatomiques qui suivent une loi hyperbolique par $N_L = (n+1) \times \text{Log}_2$ ou « n » correspond au nombre d'individus par espèce, $N_L = \text{Log}$ de n.

| Tortues - inventaire - données - résultats | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|--|-------------------------------------|-------------------|--|-------------------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| | NB. Récoltes | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 3 | |
| | Codes supports. | | E | CIST | | E | CIST | CIST | |
| | Codes sites | | Cistude | Cistude | | Hautes Rondières | Hautes Rondières | Hautes Rondières | Total |
| Calculs qualité | Nb. max. frustules comptées | | 2705 | 2704 | | 2704 | 2702 | 2681 | 13496 |
| | Nb. frustules retenues | | 464 | 421 | | 392 | 468 | 408 | |
| | Nb. espèces contenues | | 48 | 70 | | 42 | 55 | 74 | |
| | IPS | | 14,5 | 14,2 | | 13,7 | 14,2 | 14,1 | |
| | IMsa | | 11,4 | 9,8 | | 9,6 | 8,7 | 8,6 | |
| | IMso | | 10,0 | 9,0 | | 8 | 8,4 | 9,5 | |
| | Moyenne Indice Mare | | 10,7 | 9 | | 9 | 8,5 | 9 | |
| | Supports | | Eau | Tortue | | Eau | Tortue | Tortue | |
| | Indice Shannon ® | | 4,04 | 5,28 | | 4,46 | 5,35 | 4,97 | |
| | Moyenne nb. frustules | | 27,6 | 19,3 | | 34,2 | 23,5 | 21,6 | |
| | Médiane nb. frustules | | 5,5 | 7 | | 8 | 6 | 5,5 | |
| | Nombre d'espèces | | 98 | 140 | | 79 | 115 | 124 | 228 |
| | Corrélation | | 0,433 p < 0,001 | | | 0,393 p < 0,001 | | | |
| | N° de préparation | | 180 614,00 | 180 614,01 | | 180 614,10 | 180 614,02 | 180 614,03 | |

Tab 1 - Résultats des données. Tableau synthétique montrant les différences essentielles entre la qualité des eaux surévaluées par les indices IPS par rapport aux indices IMsa et IMso. Les corrélations entre les diverses espèces de diatomées, leur abondance sur les diverses tortues et les colonies libres dans l'eau sont très fortes, montrant une bonne homogénéisation. Les indices de Shannon montrent la richesse de ces colonies.

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

Les genres et espèces des diatomées (les sous-espèces et les variétés incluses dans les espèces) ont été déterminées d'après Kammer & Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a, b), Kammer (1992), Lange-Bertalot (1993, 2014), ainsi que la littérature la plus récente.

Les genres des micro-phytoplancton et micro-zooplancton ont été déterminées d'après Bourrelly (1972, 1981, 1985)

Résultats

1) Examen rapide des eaux des deux étangs

À l'état naturel, il nous montre une grande variété d'organismes. Du zooplancton au phytoplancton vivant avec une prépondérance de diatomées dans l'étang de Cistude.

N'étant pas spécialiste des Chlorophycées et autres algues vertes nous ne citerons que les grands groupes.

a) Étang de Cistude : *Diatomées* : 18 espèces ; *Eugléniens* : 3 espèces du genre *Phacus* ; *Cyanophycées* : 4 espèces du genre *Lyngbia* ; *Desmidiées* : *Scenedesmus* et *Pediastrum* ; *Ciliés* : *Vorticelles* et *Gastrotriches*.

b) Étang des Hautes Rondières : *Diatomées* : 25 espèces ; *Eugléniens* : 2 espèces du genre

Phacus ; *Cyanophycées* : 2 espèces du genre *Lyngbia* ; *Desmidiées* : *Scenedesmus* et *Pediastrum* ; *Ciliés* : 2

Dans cet étang, on constate une véritable invasion des cyanophycées.

2) Examen des diatomées

L'examen des diatomées des eaux des étangs après préparation définitive au Naphrax nous livre 98 espèces pour l'étang de Cistude et 79 espèces pour l'étang des Hautes Rondières. L'examen des diatomées des tortues nous a délivré 140 espèces pour l'étang de Cistude et 124 pour les Hautes Rondières. Le total des espèces récoltées dans les 5 prélèvements s'élève à 228 espèces pour un comptage total de 13496 frustules de diatomées (**Tab. 1**).

Les diatomées classées suivant leur abondance ont une répartition hyperbolique : présence de quelques espèces dominantes et le reste se répartissant dans de faibles quantités (**Fig. 1**).

La mesure globale de la richesse des espèces par l'indice de Shannon & Weaver confirme l'homogénéité des deux étangs (Cistude : 4.04, Hautes Rondières : 4.46) et montre une plus grande richesse (relative) des diatomées sur les tortues (Cistude : 5.28 ; Hautes Rondières : 5.35). Différence que nous retrouvons dans les nombres d'espèces dans chaque étang.

Les courbes de richesse sont également révélatrices : paraboliques pour les diatomées des tortues (**Fig. 2**) et logarithmiques pour les eaux

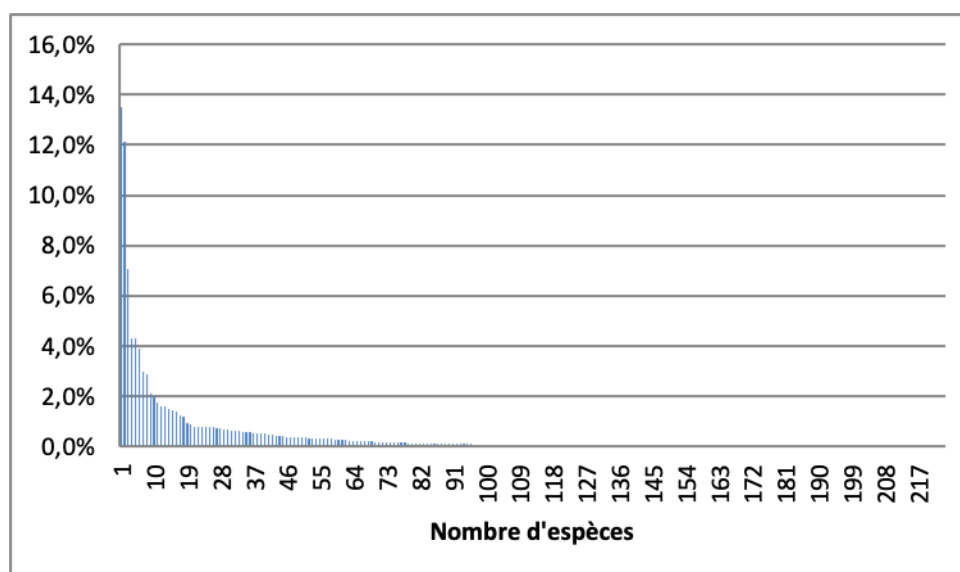


Fig. 1 - Diagramme de l'abondance des diatomées sur les tortues. La distribution des diatomées en fonction des abondances régressives décrit une courbe fortement asymptotique avec quelques diatomées fortement dominantes et une grande quantité d'espèces rares et peu représentées.

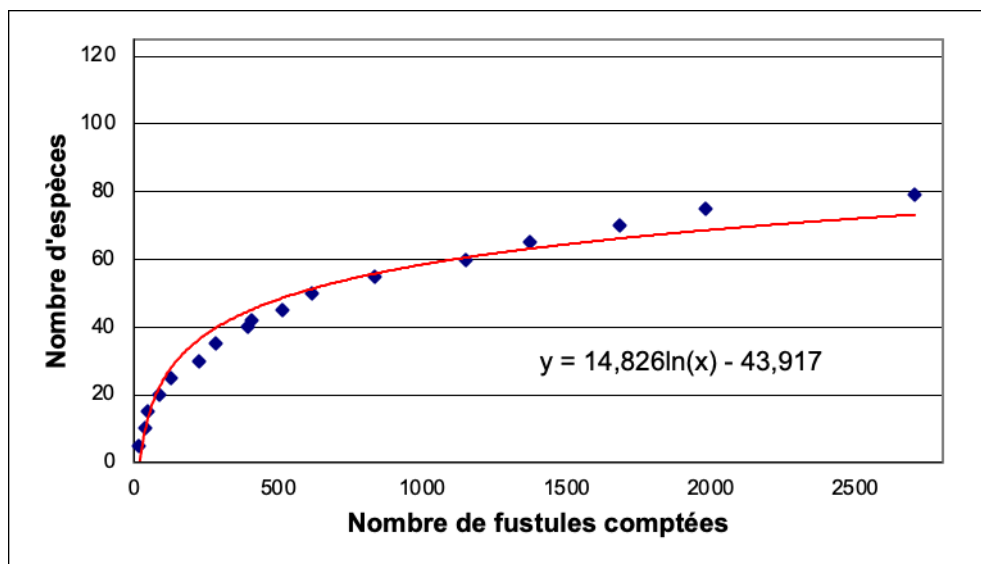


Fig. 2 - Richesse des diatomées de l'eau de l'étang des Hautes Rondières (Courbe à tendance logarithmique). Cette courbe indique que le nombre d'espèces est rapidement limitée avec une grande abondance due probablement à une eau riche en nutriments, donc un fort taux de reproduction.

des étangs (**Fig. 3**), montrant par là un processus d'accumulation individuel des diatomées mortes sur les tortues et un processus de reproduction active dans l'eau des mares.

La comparaison des espèces entre les eaux et les tortues des deux étangs montre une parfaite corrélation ($0.433 p < 0.001$ et $0.393 p < 0.001$), tout au moins pour les 5 prélèvements des espèces dominantes (**Tab. 2**).

Trente neuf espèces (13.3%) sont communes aux 5 prélèvements et représentent 73.8% de l'abondance des diatomées. Alors que nous rencontrons 92 espèces (41%) qui ne vivent que dans un seul lieu (eaux ou tortues) et ne représentent que 3.2% de l'abondance.

Parmi les 6 espèces les plus communes et abondantes, ont trouvé : *Aulacoseira distans* (Ehrenberg) Simonsen, *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen, *Fragilaria brevistriata* Grunow, *Fragilaria pinnata* Ehrenberg, *Fragilaria capucina* Demazière et *Navicula cryptocephala* Kützing. À elles seules, elles représentent 45.3% de l'abondance.

Nous remarquons toutefois une espèce peu commune, en régression d'après Lange-Bertalot : *Navicula gastrum* (Ehrenberg) Kützing, qui bien que d'abondance plus faible, colonise les deux étangs. Elle est signalée comme vivant dans des milieux eutrophes. Une autre espèce encore rare pour la région, identifiée comme *Fragilaria longifusiformis* (Siver *et al.* 2006), est également qualifiée des eaux eutrophées. Elle se rencontre dans l'eau de l'étang

Cistude mais est absente sur les tortues, alors que nous l'avons sur les tortues, mais pas dans l'eau des Hautes Rondières. Mais peut-être ne l'avons nous pas remarquée vu la faible silicification des frustules. *Pinnularia braunii* (Grunow) Cleve ne se rencontre que dans les Hautes Rondières ainsi que *Gyrosigma acuminatum* (Kützing) Rabenhorst. Pour une analyse plus fine des espèces, voir le tableau complet des espèces (**Tab 2**)

3) La qualité des eaux.

La qualité biologique de l'eau des mares et des étangs ne peut être déterminée par la méthode dite de l'IBD (composition simplifiée des données) ou IPS (totalité des 400 frustules comptées) car spécifique des eaux courantes des rivières. Les diatomées des rivières sont souvent différentes des eaux des mares. C'est pourquoi nous avons créé deux nouveaux indices spécifiques en utilisant la totalité des diatomées d'un comptage de 400 frustules (à l'intérieur du comptage de 2700 frustules) permettant la comparaison avec l'IPS. Ces indices notés sur 20 signalent une augmentation de la qualité proportionnelle à l'indice calculé. Un indice de 12/20 indique déjà une qualité biologique acceptable, tandis qu'un indice de 5/20 désigne en général une très mauvaise qualité due à l'anthropisation.

Nous avons calculé indépendamment les indices des cinq préparations concernant les eaux elles-mêmes et les tortues.

1) Étang des Cistudes

| | |
|-----------|------------|
| Eaux = | IPS : 14.5 |
| | IMsa: 11.4 |
| | IMso: 10.0 |
| Tortues = | IPS: 14.2 |
| | IMsa: 9.8 |
| | IMso : 9.0 |

Nous remarquons immédiatement l'écart considérable entre l'IPS et les autres indices confirmant ainsi l'invalidité de cet indice ne concordant pas avec les analyses chimiques d'ASCONIT.

Les indices IMsa et IMso sont faibles et signalent une qualité médiocre.

Quand aux tortues leurs indices plus faibles que ceux des eaux sont probablement le fait de l'accumulation quantitative des diatomées.

2) Étang des Hautes Rondières.

| | |
|-----------|------------|
| Eaux = | IPS : 13.7 |
| | IMsa: 9.6 |
| | IMso: 8 |
| Tortues = | IPS: 14.2 |
| | IMsa: 8.7 |
| | IMso : 8.4 |

De même que dans l'étang de Cistude, l'IPS ne fonctionne pas, mais donne toutefois un indice plus faible que dans l'étang de Hautes Rondières.

Les indices IMsa et IMso sont également inférieurs et désignent clairement une mauvaise qualité des eaux et par ricochet sur les tortues.

Il est notable que dans tous les cas, les indices IMso sont légèrement plus faibles que les IMsa montrant ainsi que la qualité organique n'est pas très bonne (pollution par les végétaux en décomposition).

Quant à la qualité anthropique (IMsa), elle est franchement mauvaise et confirme bien les analyses d'ASCONIT mettant le doigt et insistant sur l'excès d'orthophosphates en particulier.

Discussion

Bien que ces étangs présentent une très grande quantité d'espèces de diatomées, une grande richesse diatomique et que l'on y rencontre quelques spécimens peu courants, cette discussion portera uniquement sur la qualité des eaux.

Les indices sont très mauvais mais par rapport à quoi ?

Lors de la mise au point des Indices Mares, nous avons montré par quelques exemples pris dans les mares, les divergences avec l'IPS et établis des

comparaisons par types de mares. Ainsi dans les « mares de champs » très chargés en phosphates et en nitrates nous relevons IMsa 7.1, IMso 6.7, IPS 6.5 ; Les « mares extérieures de villages » notaient IMsa 6.3, IMso 5.3, IPS 5.9. Ce sont des types de mares extrêmement polluées par le fait que les cuves à engrais et phytosanitaires sont nettoyées dans ces lieux. Dans ces deux exemples nous remarquons l'accord entre les IM et l'IPS.

Par ailleurs les mares établies dans les « massifs de résineux » possédaient un IMsa 12.7, IMso 10.7 et IPS 16.5. Les « mares de prairies » notaient IMsa 9.6, IMso 7.2 et IPS 16.7.

Dans ces deux exemples, ce sont des chiffres proches de ceux que nous trouvons dans les étangs de la Brenne. En effet, les prairies sont engraisées régulièrement à l'aide de purin et d'engrais pour obtenir un ensilage abondant. Nous voyons là que l'IPS est totalement déphasé et ne correspond pas à la réalité.

Conclusion

Les indices mares correspondent bien à la réalité et à l'absence de qualité des deux mares étudiées. Les indices relevés sur les carapaces des tortues sont légèrement différents mais restent malgré tout homogènes. Nous pensons que ce serait une erreur de récolter sur les tortues, car 50 cl d'eaux mélangées sont plus efficaces dans le cadre d'une analyse de qualité à l'aide des diatomées. Toute cette étude restreinte corrobore bien les analyses chimiques d'ASCONIT (2015, 2017), ainsi que la présence d'amas considérables de cyanophycées et des diatomées spécifiques dans les eaux eutrophes.

Toutefois une série d'analyses diatomiques sur un grand nombre d'étangs représenterait une charge de travail assez lourde, non pas pour la récolte des échantillons, quoiqu'il soit indispensable de respecter le protocole si l'on veut des résultats exploitables et cohérents, mais pour le travail de laboratoire qui est relativement complexe, ainsi que pour la lecture des préparations qui nécessite un professionnel spécialiste des diatomées. D'autre part, le calcul des indices n'ayant pas encore été informatisé, il nécessite également un temps de traitement substantiel à l'ordinateur. Tout ceci est à comparer avec le coût d'une analyse chimique qui ne reste valable que pour une date déterminée. Alors que les diatomées intègrent les éléments chimiques et lissent en quelque sorte le temps par leur présence durable (durée de vie d'environ 3 mois) et synthétisent les différents paramètres chimiques. Nous aurions alors une analyse diatomique taxonomique complète jamais réalisée pour cette Réserve régionale.

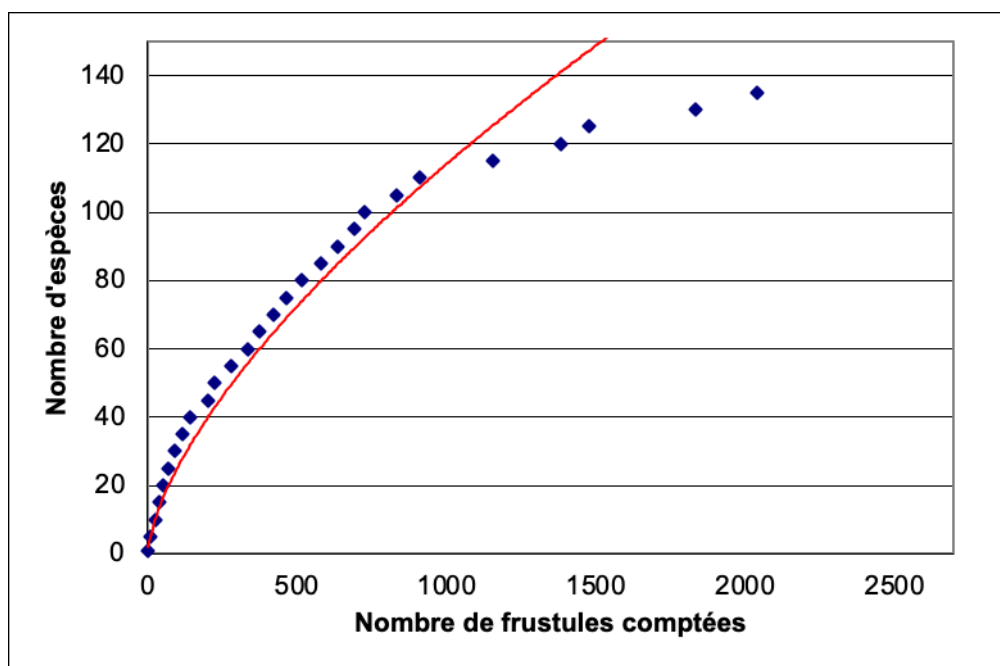


Fig. 3 - Richesse des diatomées sur une tortue de l'étang Cistude (Courbe à tendance parabolique). L'augmentation des espèces en fonction du comptage ne semble pas avoir de limite. Cette courbe est la preuve d'une grande richesse avec accumulation constante de nouvelles espèces drainées probablement par les déplacements constants des tortues, la surface de leur carapace faisant office de « coffre-fort » pour les micro-organismes dont font partie les diatomées.

Références

- Akgül R., Caprazlı T., Türker N., Erduğan H. & Tosunoğlu M. (2014) - Epizoic algae on *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) and *Mauremys rivulata* (valenciennes, 1833), in the kavak river Delta (saras Bay, Turkey) (Testudines : emydidae, geoemydidae). *Herpetozoa*, 27 (1-2) : 21-28.
- ASCONIT (2015) - Réserve naturelle de Chérine ; Prélèvements et analyses physico-chimiques sur 5 étangs. *Rapport inédit*. 10 p.
- ASCONIT (2017) - Prélèvements et analyses physico-chimiques sur les étangs Ricot et Hautes-Rondières. *Rapport final*. 20 p.
- Bertrand J., Ector L. & Renon J.-P. (2013) - Diatomées des mares. L'échantillonnage des diatomées : un problème de choix des supports. *Symbioses, nouvelle série*, 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). *Journal de la Société Botanique de France* 66 : 55-74.
- Bertrand J., Ector L. & Renon J.-P. (2015a) - Écologie des mares - mesure de la qualité des eaux par les diatomées : deux nouveaux indices spécifiques, comparaison avec l'indice IPS. *Symbioses, nouvelle Série*, 33 : 50-72.
- Bertrand J., Serieyssel K., & Ector L. (2015 b) - 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.
- Bourrelly P. (1972) - *Les Algues d'eau douce : Initiation à la systématique. Tome I : Les algues vertes*. Editions N. Boubée & Cie, Paris. 572 p.
- Bourrelly P. (1981) *Les Algues d'eau douce : Initiation à la systématique. Tome II : Les algues jaunes et brunes : Chrysophycées, Phéophycées, Xanthophycées et Diatomées*. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris. 517 p.
- Bourrelly P. (1985) *Les Algues d'eau douce : Initiation à la systématique. Tome III : Les algues bleues et rouges : Les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines*. Société nouvelle des éditions Boubée, Paris. 606 p.
- CEMAGREF (1982). Étude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. *Rapport*.
- Donato-Rondon J.C., González-Trujillo J.D., Romero

- B. & Castro-Rebolledo M.I. (2018) - Diatom assemblages associated with turtle carapaces. *Revista de Biología Tropical*, 66 (4) : 1362-1372.
- Tezel Erzanli E. & Gonunoli A. (2014) - Epizoophyte composition on spotted turtle *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758) in Turkey Bangladesh. *Journal of Botany*, 43(2) : 157-161.
- Fayolle S., Moriconi C., Oursel B., Koenig C., Suet M., Ficheux S., Logez M. & Olivier A. (2016) - Epizoic Algae Distribution on the Carapace and Plastron of the European Pond Turtle (*Emys orbicularis*, Linnaeus, 1758): A Study from the Camargue, France. *Cryptogamie, Algologie*, 37 (4) : 221-232.
- Garbary D.J., Bourque G., Herman T.B. & McNeil J.A. (2007) - Epizoic algae from freshwater turtles in Nova Scotia. *Journal of Freshwater Ecology*, 22 (4) : 677-685.
- Kammer K. (1992) – Die Gattung Pinnularia in Bayern-Hoppea. *Denkschriften der Regensburgerischen Botanischen Gesellschaft*. 308 p.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1986) - *Bacillariophyceae: Naviculaceae*. T1. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1. 876 p.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1988) - *Bacillariophyceae: Epithemiaceae. Surirellaceae*. T2. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds): Gustav Fisher Verlag Stuttgart, Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. 596 p.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1991a) - *Bacillariophyceae: Centrales. Fragilariaceae. Eunotiaceae*. T3. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds): Gustav Fisher Verlag Stuttgart. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. 576 p.
- Krammer K. & Lange-Bertalot H. (1991b) - *Bacillariophyceae: Achnantaceae* T4. In: Ettl, H.; Gerloff, J.; Heynig, H. & Mollenhauer, D. (eds): Gustav Fisher Verlag Stuttgart. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. 437 p.
- Lange-Bertalot H. & Ulrich S. (2014) - Contributions to the taxonomy of needle-shaped *Fragilaria* and *Ulnaria* species *Lauterbornia* 78 : 1-73, D-86424 Dinkelscherben, -07-14
- Ottonello D., Salvidio S. & Rosecchi E. (2005) - Feeding habits of the European pond terrapin *Emys orbicularis* in Camargue (Rhône delta, Southern France). *Amphibia-Reptilia*, 26 (4) : 562-565.
- Pavlov A., Jovanovska E., Wetzel C.E, Ector L. & Levkov Z. (2016) - Freshwater *Mastogloia* (Bacillariophyceae) taxa from Macedonia, with a description of the epizoic *M. sterijovskii* sp. nov. *Diatom Research*, 31 (2) : 85-112.
- Prygiel J. & Coste M. (2000) - Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Diatomées NF T 90-354. Cemagref, Agences de l'Eau, 134 p + 89 p. + cd rom TAX'IBD français/anglais.
- Rivera R.S.F., Vasselon V., Ballorain K., Carpentier A., Wetzel C.E., Ector L., Bouchez A. & Rimet F. (2018) - DNA metabarcoding and microscopic analyses of sea turtles biofilms: complementary to understand turtle behavior, PLoS ONE 13(4) e0195770
- Shannon C.E. & Weavers W. (1949) - The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana. 117 p.
- Sommer R.S., Persson A., Wieseke N. & Fritz U. (2007) - Holocene recolonization and extinction of the pond turtle *Emys orbicularis* (L.,1758) in Europe. *Quaternary Science Reviews*, 26 : 3099-3107.
- Sommer R.S., Indqvist C.L., Persson A., Bringsøe H., Rhodin A.G.J., Schneeweiss N., Široký P., Bachmann L. & Fritz U. (2009) - Unexpected early extinction of *Emys orbicularis* in Sweden. *Molecular Ecology*, 18 : 1252-1262.
- Soylu E.N., Gönülol A., Sukatar A., Ayaz D. & Tok C.V. (2006) - Epizoic Freshwater Algae on *Emys orbicularis* (Testudinata: Emydidae) from the Central Anatolia Region of Turkey. *Journal of Freshwater Ecology*, 21 (3) : 535-538.
- Siver P.A., Morales E.A., Van de Vijver B., Smits M., Hamilton P.B., Lange-Bertalot H. & John J. Hains (2006) - Observations on *Fragilaria longifusiformis* comb. nov. et nom. nov. (Bacillariophyceae), a widespread planktic diatom documented from North America and Europe. *Phycological Research*, 54 : 183-192.
- VALMARES- Programme Scientifique (2007-2010). Etude écologique de 130 mares de l'Orléanais (région Centre ; Création d'indices de qualité des eaux. *Loiret-Nature Environnement*, 106 p. + annexe.
- Vassal V., Olivier A., Pauvert S., Fayolle S. & Roy C. (2017) - Étude des diatomées épizoïques de Cistudes d'Europe (*Emys orbicularis*) et comparaison de l'évaluation de la qualité

écologique de plans d'eau à partir de trois supports (épilithon, épiphyton et épizoon). 36ème colloque de L'ADLaF, Dijon, France.

Van Dam H., Mertens A. & Sinkelmann J. (1994) - Liste de vérification codée et valeurs d'indicateur écologique de diatomées d'eau douce des Pays-

Bas. *Journal néerlandais d'écologie aquatique*, 28 (1) : 117-133.

Wu S.C. & Bergey E.A. (2017) - Diatoms on the carapace of common snapping turtles: *Luticola* spp. dominate despite spatial variation in assemblages. *PLoS ONE* 12(2) : e0171910.doi:10.1371/journal.pone.017191

Accepté le 12 mars 2021

Publié en ligne (pdf) le 6 avril 2021

Tab 2 - Liste des diatomées des étangs Cistude et Hautes Rondières. % des espèces par récolte. Seules les espèces d'abondance supérieure à 0.1% ont été conservées.

Eau des étangs : colonnes en bleu. **Tortues** : colonnes en blanc.

| Genres-Espèces | Occurrence | Cistude | | Hautes Rondières | | |
|--|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
| | | 180 614,00 | 180 614,01 | 180 614,10 | 180 614,02 | 180 614,03 |
| <i>Achnanthes exigua</i> Grunow | 4 | 1,0% | | 2,0% | 0,1% | 0,9% |
| <i>Achnanthes hungarica</i> (Grunow) Grunow | 4 | 0,4% | 0,5% | | 0,3% | 0,4% |
| <i>Achnanthes lanceolata</i> (Brebisson) Grunow | 5 | 3,8% | 0,8% | 1,0% | 1,5% | 1,0% |
| <i>Achnanthes lanceolata rostrata</i> Lange-Bertalot | 3 | 1,8% | | | 0,4% | 1,9% |
| <i>Achnanthes minutissima</i> Kützing | 5 | 0,8% | 1,7% | 0,1% | 1,1% | 0,3% |
| <i>Achnanthes petersenii</i> Hustedt | 1 | 0,3% | | | | |
| <i>Achnanthes rechtensis</i> Leclercq | 1 | 0,1% | | | | |
| <i>Achnanthes</i> sp. | 1 | | | | | 0,1% |
| <i>Amphora libyca</i> Ehrenberg | 1 | | | | | 0,1% |
| <i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing | 5 | 0,8% | 1,0% | 2,3% | 1,2% | 1,0% |
| <i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Cleve | 2 | 0,1% | 0,3% | | | |
| <i>Amphora veneta</i> Kützing | 1 | | | | | 0,1% |
| <i>Anomoeoneis sphaerophora</i> (Ehrenberg) Pfitzer | 1 | | | | 0,1% | |
| <i>Asterionella formosa</i> Hassal | 2 | 0,2% | | | 0,1% | |
| <i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen | 2 | | 0,9% | 3,0% | | |
| <i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen | 5 | 22,2% | 4,9% | 11,0% | 15,3% | 14,2% |
| <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen | 5 | 20,9% | 13,4% | 9,4% | 5,0% | 12,1% |
| <i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen | 1 | | | | | 1,7% |
| <i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve | 4 | 0,1% | 0,4% | | 0,2% | 0,1% |
| <i>Caloneis biconstricta</i> (Grunow) Reichelt | 3 | 0,2% | 0,4% | | | 0,1% |
| <i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve | 5 | 0,1% | 0,4% | 0,1% | 0,3% | 0,1% |
| <i>Cocconeis disculus</i> (Schumann) Cleve | 1 | | 0,1% | | | |
| <i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg | 3 | 0,1% | 0,2% | | | 0,1% |
| <i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg | 5 | 0,1% | 0,9% | 0,6% | 0,2% | 0,4% |
| <i>Cocconeis pseudothumensis</i> Reichardt | 1 | | 0,1% | | | |
| <i>Craticula ambigua</i> Ehrenberg | 3 | 0,5% | | 0,3% | | 0,2% |
| <i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Kützing | 4 | 0,1% | | 1,2% | 0,2% | 0,3% |
| <i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round | 2 | | | | 0,1% | 0,3% |
| <i>Cyclotella bodanica</i> Grunow | 1 | | | | | 0,2% |
| <i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing | 2 | | 0,2% | | 0,1% | |
| <i>Cyclotella planctonica</i> Brunthaler | 1 | | | | 1,7% | |

| Genres-Espèces | Occurrence | Cistude | | Hautes Rondières | | |
|---|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
| | | 180 614,00 | 180 614,01 | 180 614,10 | 180 614,02 | 180 614,03 |
| <i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hustedt | 2 | | 0,1% | | 3,6% | |
| <i>Cymatopleura solea</i> (Brebisson) W. Smith | 2 | | 0,1% | 0,1% | | |
| <i>Cymbella affinis</i> Kützing | 1 | | 0,1% | | | |
| <i>Cymbella alpina</i> Grunow | 1 | 0,1% | | | | |
| <i>Cymbella amphicephala</i> Hustedt | 1 | | | | 0,1% | |
| <i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve | 2 | | 0,2% | | | 0,1% |
| <i>Cymbella caespitosa</i> (Kützing) Brun | 1 | | 0,1% | | | |
| <i>Cymbella elginensis</i> Krammer | 1 | | | | | 0,3% |
| <i>Cymbella helvetica</i> Kützing | 3 | | 0,9% | | 0,2% | 0,1% |
| <i>Cymbella mesiana</i> Cholnoky | 4 | | 1,9% | 0,4% | 0,8% | 0,1% |
| <i>Cymbella minuta</i> Ilse | 5 | 0,2% | 0,9% | 0,4% | 0,7% | 0,8% |
| <i>Cymbella naviculiformis</i> Auerswald | 1 | 0,1% | | | | |
| <i>Cymbella silesiaca</i> Bleich | 5 | 0,3% | 1,9% | 0,7% | 1,2% | 0,7% |
| <i>Cymbella subaequalis</i> Grunow | 1 | | 0,1% | | | |
| <i>Cymbella triangulum</i> (Ehrenberg) Cleve | 5 | 0,4% | 0,2% | 0,1% | 0,5% | 0,2% |
| <i>Cymbella tumida</i> (Brebisson) van Heurck | 1 | | | 0,1% | | |
| <i>Denticula kuentzingii</i> Grunow | 1 | | | | 0,1% | |
| <i>Denticula tenuis</i> Kützing | 2 | 0,4% | | | | 0,4% |
| <i>Diademsis contenta</i> Grunow | 3 | 0,1% | 0,5% | | 0,1% | |
| <i>Diademsis perpusilla</i> Grunow | 1 | | 0,1% | | | |
| <i>Diploneis minuta</i> Petersen | 1 | 0,1% | | | | |
| <i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler | 1 | | | | 0,1% | |
| <i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brebisson | 4 | 0,1% | 1,5% | | 0,1% | 0,1% |
| <i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse | 1 | | | 0,1% | | |
| <i>Epithemia sorex</i> Kützing | 1 | | 0,1% | | | |
| <i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills | 5 | 0,4% | 1,0% | 0,1% | 0,8% | 2,2% |
| <i>Eunotia circumborealis</i> Lange-Bertalot & Nörpel | 3 | | | 0,5% | 0,2% | 0,3% |
| <i>Eunotia flexuosa</i> (Brebisson) Kützing | 2 | | | | 0,1% | 0,2% |
| <i>Eunotia formica</i> Ehrenberg | 3 | 0,1% | 0,3% | | 0,1% | |
| <i>Eunotia implicata</i> Nörpel & al. | 4 | 0,2% | 0,6% | | 0,7% | 0,8% |
| <i>Eunotia incisa</i> Gregory | 1 | | | | | 0,2% |
| <i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow | 4 | | 0,7% | 0,4% | 1,3% | 0,1% |
| <i>Eunotia naegeli</i> Migula | 3 | | 0,4% | 0,1% | 0,4% | |
| <i>Eunotia pectinalis</i> (Dillwiyn) Rabenhorst | 5 | 0,3% | 0,5% | 0,6% | 3,1% | 1,5% |
| <i>Eunotia praeurupta</i> Ehrenberg | 1 | | 0,3% | | | |
| <i>Eunotia soleirolii</i> (Kützing) Rabenhorst | 4 | 1,7% | 0,5% | 0,6% | 1,1% | |
| <i>Fragilaria acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot | 4 | 0,2% | 0,1% | 1,3% | | 0,3% |
| <i>Fragilaria bicapitata</i> Grunow | 3 | 0,1% | | 0,4% | 0,5% | |
| <i>Fragilaria bidens</i> Heiberg | 1 | | | | | 0,1% |
| <i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow | 5 | 6,9% | 6,7% | 17,0% | 2,4% | 2,5% |
| <i>Fragilaria capucina</i> Demazières | 5 | 3,8% | 2,9% | 3,4% | 6,4% | 5,1% |
| <i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow | 4 | 0,3% | 2,4% | 4,7% | 0,1% | |
| <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton | 1 | | | | | 0,1% |
| <i>Fragilaria elliptica</i> Schumann | 3 | | 1,6% | 0,6% | | 0,4% |
| <i>Fragilaria exigua</i> Grunow | 1 | | | 0,7% | | |
| <i>Fragilaria leptastoron</i> (Ehrenberg) Hustedt | 3 | | 1,5% | 0,3% | 0,1% | |
| <i>Fragilaria longifusiformis</i> Siver & al. | 3 | 1,4% | | 0,1% | 0,6% | 1,0% |

| Genres-Espèces | Occurrence | Cistude | | Hautes Rondières | | |
|--|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
| | | 180 614,00 | 180 614,01 | 180 614,10 | 180 614,02 | 180 614,03 |
| Fragilaria neoproducta Lange-Bertalot | 2 | | 0,1% | | | 0,1% |
| Fragilaria parasitica (W. Smith) Grunow | 4 | 0,3% | 0,6% | 0,2% | 0,1% | |
| Fragilaria pinnata Ehrenberg | 5 | 1,9% | 10,5% | 2,9% | 2,4% | 1,9% |
| Fragilaria virescens Ralfs | 4 | 0,1% | 0,8% | | 0,4% | 1,0% |
| Gomphoneis herculanea (Ehrenberg) Cleve | 1 | 0,1% | | | | |
| Gomphonema acuminatum Ehrenberg | 2 | 0,2% | 0,3% | | | |
| Gomphonema affine Kützing | 3 | | 1,7% | | 1,3% | 0,2% |
| Gomphonema angustatum (Kützing) Rabenhorst | 3 | 0,1% | 0,8% | | 1,0% | |
| Gomphonema angustum Agardh | 2 | | 0,5% | | | 0,2% |
| Gomphonema clavatum Ehrenberg | 5 | 0,1% | 0,3% | 0,1% | 0,3% | 0,5% |
| Gomphonema constrictum Ehrenberg | 1 | | 0,2% | | | |
| Gomphonema gracile Ehrenberg | 5 | 0,4% | 0,2% | 0,6% | 1,4% | 0,9% |
| Gomphonema minutum (Agardh) Agardh | 2 | 0,3% | 0,4% | | | |
| Gomphonema parvulum (Kützing) Kützing | 5 | 0,8% | 2,4% | 1,6% | 3,6% | 2,3% |
| Gomphonema truncatum Ehrenberg | 2 | 0,1% | | 0,1% | | |
| Gyrosigma acuminatum (Kützing) Rabenhorst | 5 | 1,0% | 0,2% | 5,2% | 0,5% | 1,0% |
| Gyrosigma attenuatum (Kützing) Rabenhorst | 4 | 0,5% | | 1,1% | 0,3% | 0,2% |
| Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow | 1 | | 0,5% | | | |
| Hantzschia subrupestris Lange-Bertalot | 2 | | | 0,1% | 0,1% | |
| Hypodonta capitata Ehrenberg | 4 | 0,1% | 0,4% | 0,1% | 0,1% | |
| Luticola mutica Kützing | 3 | | 0,3% | | 0,1% | 0,1% |
| Luticola nivalis Ehrenberg | 2 | | 0,1% | | | 0,1% |
| Melosira varians Agardh | 5 | 1,3% | 0,2% | 1,0% | 0,9% | 0,4% |
| Meridion circulare Agardh | 2 | | 0,1% | | | 0,1% |
| Navicula absoluta Hustedt | 1 | 0,1% | | | | |
| Navicula accomoda Hustedt | 3 | 0,1% | 0,1% | | | 0,1% |
| Navicula americana Ehrenberg | 1 | | | 0,1% | | |
| Navicula atomus (Kützing) Grunow | 5 | 0,5% | 0,5% | 0,4% | 1,0% | 0,2% |
| Navicula bacillum Ehrenberg | 1 | | 0,1% | | | |
| Navicula bergerii Krasske | 1 | | | | 0,1% | |
| Navicula capitatoradiata Germain | 4 | 0,1% | 0,2% | | 0,4% | 0,9% |
| Navicula cincta (Ehrenberg) Ralfs | 1 | | 0,1% | | | |
| Navicula clementis Grunow | 1 | | 0,4% | | | |
| Navicula confervacea Kützing | 2 | | | 1,0% | 0,6% | |
| Navicula cryptocephala Kützing | 5 | 5,8% | 1,4% | 4,7% | 4,7% | 5,1% |
| Navicula cryptotenella Lange-Bertalot | 4 | 0,3% | 0,8% | 0,4% | | 0,1% |
| Navicula cryptoteneloides Lange-Bertalot | 3 | | 0,1% | | 0,1% | 0,4% |
| Navicula digitulus Hustedt | 1 | | | | 0,1% | |
| Navicula gastrum (Ehrenberg) Kützing | 5 | 2,8% | 1,2% | 4,1% | 4,1% | 2,8% |
| Navicula gregaria Donkin | 1 | | | | | 0,1% |
| Navicula ignota Krasske | 1 | 0,1% | | | | |
| Navicula joubaudii Germain | 1 | | | | 0,1% | |
| Navicula laevissima Kützing | 5 | 0,4% | 0,5% | 0,1% | 0,4% | 0,3% |
| Navicula medioconvexa Hustedt | 1 | | | | | 0,1% |
| Navicula mediocris Krasske | 1 | | | | | 0,1% |
| Navicula menisculus Schumann | 1 | | | | | 0,4% |
| Navicula minima Grunow | 5 | 1,3% | 1,8% | 0,4% | 3,0% | 2,1% |
| Navicula minuscula Grunow | 3 | | 0,1% | | 3,4% | 3,7% |

| Genres-Espèces | Occurrence | Cistude | | Hautes Rondières | | |
|---|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
| | | 180 614,00 | 180 614,01 | 180 614,10 | 180 614,02 | 180 614,03 |
| Navicula naumanii Hustedt | 1 | | | | 0,1% | |
| Navicula oblonga Kützing | 1 | | 0,3% | | | |
| Navicula pseudolanceolata Lange-Bertalot | 1 | | 0,1% | | | |
| Navicula radiosa Kützing | 1 | | 0,4% | | | |
| Navicula recens (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot | 1 | | | | | 0,2% |
| Navicula rhynchocephala Kützing | 3 | 0,2% | | 0,7% | | 0,7% |
| Navicula seminulum Grunow | 2 | | | | 0,1% | 0,1% |
| Navicula sp.(135,9 x 10,7) | 1 | | | | | 0,1% |
| Navicula striolata (Grunow) Lange-Bertalot | 2 | | 0,4% | | 0,1% | |
| Navicula tripunctata (O.F. Müller) Bory | 2 | | | | 0,6% | 2,2% |
| Navicula trivialis Lange-Bertalot | 5 | 2,0% | 0,5% | 3,8% | 2,3% | 1,5% |
| Navicula variostrata Krasske | 4 | | 0,1% | 0,7% | 0,1% | 0,1% |
| Navicula veneta Kützing | 3 | | 0,4% | | 0,1% | 0,1% |
| Navicula viridula (Kützing) Ehrenberg | 1 | | | 0,2% | | |
| Neidium affine Pfitzer | 1 | 0,1% | | | | |
| Neidium alpinum Hustedt | 1 | | | | 0,1% | |
| Neidium ampliatum (Ehrenberg) Krammer | 3 | 0,1% | 0,1% | 0,1% | | |
| Neidium dubium (Ehrenberg) Cleve | 1 | | | | 0,1% | |
| Neidium iridis (Ehrenberg) Cleve | 1 | | | | | 0,1% |
| Nitzschia acicularis (Kützing) W. Smith | 1 | | | | | 0,2% |
| Nitzschia acidoclinata Lange-Bertalot | 4 | 0,1% | 0,1% | | 0,3% | 0,1% |
| Nitzschia amphibia Grunow | 5 | 0,3% | 2,3% | 0,1% | 0,3% | 0,5% |
| Nitzschia capitellata Hustedt | 1 | | | | 0,2% | |
| Nitzschia dissipata (Kützing) Grunow | 4 | 0,7% | 3,6% | | 0,6% | 2,1% |
| Nitzschia filiformis (W. Smith) Van Heurck | 1 | | 0,1% | | | |
| Nitzschia fonticola Grunow | 5 | 0,3% | 0,9% | 0,3% | 0,2% | 0,5% |
| Nitzschia frustulum (Kützing) Grunow | 1 | | | | 0,1% | |
| Nitzschia graciliformis Lange-Bertalot & Simonsen | 2 | | | | 1,6% | 2,2% |
| Nitzschia gracilis Hantzsch | 1 | | | | | 0,1% |
| Nitzschia hungarica Grunow | 2 | | 0,1% | 0,1% | | |
| Nitzschia incognita Krasske | 1 | | | | 0,1% | |
| Nitzschia intermedia Hantzsch | 2 | | 0,1% | | | 0,1% |
| Nitzschia linearis (Agardh) W. Smith | 2 | | 0,3% | | | 0,3% |
| Nitzschia palea (Kützing) W. Smith | 5 | 0,5% | 0,3% | 0,1% | 0,2% | 0,8% |
| Nitzschia perminuta (Grunow) Peragallo | 2 | | 0,3% | | 0,2% | |
| Nitzschia recta Hantzsch | 4 | 0,1% | 0,4% | 0,1% | | 0,2% |
| Nitzschia sinuata (Thwaites) Grunow | 3 | 0,1% | 0,3% | | 0,1% | |
| Nitzschia subacicularis Hustedt | 2 | 0,1% | | | 0,1% | |
| Nitzschia sygmoidea (Nitzsch) W. Smith | 3 | | 0,4% | 0,1% | 0,1% | |
| Nitzschia valdecostata Lange-Bertalot & Simonsen | 1 | | 0,1% | | | |
| Orthoseira roseana (Rabenhorst) O'Meara | 1 | | | | | 0,1% |
| Pinnularia borealis Ehrenberg | 1 | | 0,1% | | | |
| Pinnularia braunii (Grunow) Cleve | 4 | | 0,1% | 1,7% | 0,9% | 0,1% |
| Pinnularia gentilis (Donkin) Cleve | 1 | | | 0,1% | | |
| Pinnularia gibba Ehrenberg | 3 | | 0,3% | 0,1% | 0,1% | |
| Pinnularia inconstans Mayer | 1 | | 0,1% | | | |
| Pinnularia intermedia (Lagerstedt) Cleve | 1 | | 0,1% | | | |
| Pinnularia interupta W. Smith | 1 | | 0,1% | | | |

| Genres-Espèces | Occurrence | Cistude | | Hautes Rondières | | |
|---|------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
| | | 180 614,00 | 180 614,01 | 180 614,10 | 180 614,02 | 180 614,03 |
| <i>Pinnularia macilenta</i> (Ehrenberg) Cleve | 1 | | | | | 0,1% |
| <i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehrenberg) W. Smith | 3 | 0,9% | 0,1% | | | 0,4% |
| <i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve | 4 | 0,3% | 0,1% | | 0,4% | 0,1% |
| <i>Pinnularia neomajor</i> Krammer | 3 | | 0,3% | 0,1% | | 0,1% |
| <i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory | 5 | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% | 0,1% |
| <i>Pinnularia subrostrata</i> (A. Cleve) Cleve-Euler | 1 | 0,1% | | | | |
| <i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg | 5 | 0,1% | 0,2% | 0,1% | 0,3% | 0,1% |
| <i>Pinnularia divergens</i> W. Smith | 1 | | 0,1% | | | |
| <i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bertalot | 1 | 0,1% | | | | |
| <i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) Müller | 1 | | 0,6% | | | |
| <i>Sellaphora pupula</i> Kützing | 5 | 3,2% | 1,2% | 2,9% | 3,3% | 3,8% |
| <i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg | 2 | | | 0,1% | | 0,1% |
| <i>Stauroneis kriegerii</i> Patrick | 4 | 0,1% | 0,1% | | 0,9% | 0,1% |
| <i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg | 1 | | | | 0,1% | |
| <i>Stauroneis pseudosubotusoides</i> Germain | 1 | | | | 0,1% | |
| <i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow | 3 | 0,1% | | | 0,2% | 0,4% |
| <i>Surirella angusta</i> Kützing | 1 | | | | 0,2% | |
| <i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot | 1 | | 0,1% | | | |
| <i>Surirella linearis</i> W. Smith | 2 | 0,1% | 0,2% | | | |
| <i>Surirella robusta</i> Ehrenberg | 1 | | | | | 0,1% |
| <i>Surirella splendida</i> (Ehrenberg) Kützing | 1 | | | 0,1% | | |
| <i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing | 2 | | 0,1% | | 0,1% | |
| <i>Thalassiosira pseudonana</i> Hasle & Heimdal | 1 | | | | 1,1% | |
| <i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot | 5 | 0,4% | 1,3% | 0,1% | 0,5% | 0,6% |