

Ecologie des mares - mesure de la qualité des eaux par les diatomées : deux nouveaux indices spécifiques, comparaison avec l'indice IPS

Jean BERTRAND*, Luc ECTOR** & Jean-Pierre RENON***

Résumé. - La mesure de la qualité biologique des eaux des mares tient à leur nature complexe et nécessite l'application d'un double indice basé sur un choix restreint de paramètres chimiques. L'élimination des paramètres O₂, DBO₅ et DCO est motivée par la variabilité journalière extrême de ces valeurs. Le choix des diatomées comme organismes basiques est justifié par la présence constante de ces algues dans toutes les mares même celles dépourvues de vie apparente. L'application de la formule de ZELINKA & MARVAN [1961] est basée sur la répartition asymptotique des occurrences et des abondances des taxons. De même la division en cinq classes des abondances des taxons et conjointement des éléments chimiques est basée sur la répartition asymptotique des nutriments : NO₃ et PO₄ ainsi que NO₂ et NH₄. La comparaison des IM (indice mares) avec les IPS (indice de polluosensibilité spécifique) utilisé pour les rivières, montre l'inadéquation de cet indice pour la mesure de la qualité biologique des eaux des mares. La projection des indices IMsa (indice anthropique) et IMso (indice organique), sur une AFC des récoltes et des types de mares, valide cette nouvelle méthode spécifique aux mares.

Mots-clés. - Ecologie ; Mares ; Diatomées ; Chimie ; Qualité ; Indices.

Abstract. - *Ponds ecology – The use of diatoms for measuring their water quality: Two new specific indices compared with the SPI (Specific Pollution sensitivity Index).* The complex nature of ponds water determines the measurement of its biological quality and requires the application of a double index number based on a limited range of chemical parameters. Parameters such as O₂, biochemical oxygen demand during 5 days (B.O.D.₅ test) and carbonaceous biochemical oxygen demand (CBOD) were eliminated due to the extreme variability of their daily values. Our choice for diatoms as essential and justified organisms is due to the constant presence of these algae in all ponds, even in those without apparent life as their respiration and photosynthetic activity are only stopped until the return of more favorable conditions. The application of the formula of ZELINKA & MARVAN [1961] is based on the asymptotic distribution of occurrences and abundances of taxa. Similarly the division into five classes of the abundances of taxa and, taken together, of chemical elements is based on the asymptotic distribution of nutrients: NO₃ and PO₄ as well as NO₂ and NH₄. The comparison between "IM" (pond index) and SPI (Specific Pollution sensitivity Index) used for rivers, shows the inadequacy of that SPI index for the measurement of the biological quality of pond water. The projection of "IMsa" (sensitivity anthropogenic index pond) and of "IMso" (sensitivity organic index pond) on a correspondence analysis (CA) of diatom samples and pond types permits the recommendation of this new method for pond water quality assessments.

Keywords. - Ecology ; Ponds ; Diatoms ; Chemistry ; Quality ; Organic and Anthropogenic Indices.

INTRODUCTION

La qualification biologique des eaux des rivières est établie largement depuis une quinzaine d'années grâce à certaines méthodes telles que l'IBGN (AFNOR 2004), un indice basé sur la détection, l'observation et le comptage des macro-invertébrés vivant dans les rivières. La présence de certains groupes d'invertébrés révèle la physico-chimie des eaux et permet une estimation moyenne de la qualité biologique de la rivière. Cependant, l'évolution et la durée de vie de ces organismes dans des conditions données ne permettent pas un suivi temporel inférieur à un an et demi. En d'autres termes, la réactivité des macro-invertébrés est trop lente pour intégrer les modifications physico-chimiques rapides dues à des pollutions anthropiques fortes et séquentielles.

Quelques rares études synthétiques de la chimie des eaux accompagnées de la création d'indices ont été réalisées sur le sujet. FERNANDEZ-ALAEZ *et al.* [1992] utilisent deux indices : ICG et ISQA [MINGO 1981, QUERALT 1982]. En 1987, LECLERCQ & MAQUET créent un indice IPO, repris par LECLERCQ en 1995 et abandonné depuis cette date.

Concernant la biologie des milieux d'eau stagnante, beaucoup d'études plus ou moins synthétiques ont été réalisées. Parmi celles-ci ØERTLI *et al.* [2000] s'intéressent à la diversité biologique des petits lacs et étangs de Suisse. SAJALOLI & DUTILLEUL [2001] montrent l'importance primordiale de ces milieux pour la biodiversité, BODIN [2001] étudie la flore et la végétation des mares du Cher (France), HAMARD *et al.* [2001] s'intéressent au fonctionnement physico-chimique des mares.

KITNER & POULÍČKOVÁ [2003] montrent l'importance de la relation entre poissons et diatomées, celles-ci étant de bons indicateurs indiciels d'eutrophisation quels que soient les substrats sur lesquels elles ont été prélevées. Egalement BLANCO *et al.* [2004] démontrent l'applicabilité des indices diatomiques aux lacs méditerranéens peu profonds : indice biologique diatomées (IBD) [PRYGIEL & COSTE 2000] ou encore l'indice de polluosensibilité spécifique (IPS) [CEMAGREF 1982]. Au point de vue de la physico-chimie, STENGER-KOVÁCS *et al.* [2007] démontrent les relations diatomées / phosphore dans 83 étangs ou lacs de Hongrie.

Il existe un très grand nombre de travaux sur l'élaboration d'indices synthétiques de la qualité des eaux des rivières à l'aide des diatomées (voir ces indices dans OMNIDIA 5.3) [LECOINTE *et al.* 1993]. Nous ne les énoncerons pas plus avant, le sujet ayant été traité dans l'article de BERTRAND *et al.* [2014].

Toutefois, à ce jour semble-t-il, aucun indice synthétique de la qualité des eaux des mares englobant la chimie et les diatomées n'a été établi, bien que depuis quelques années les chercheurs s'interrogent sur la qualification des zones dites « humides », telles que les tourbières, les étangs et les mares [SAJALOLI 1998]. Celles-ci sont depuis fort longtemps l'objet d'un désintérêt et d'une forte pression anthropique conduisant à une dégradation drastique de la qualité de leurs eaux et *ipso facto* à la destruction des habitats des hôtes et leur élimination plus ou moins rapide. On constate ainsi une baisse importante de la biodiversité dans ces milieux maintenant considérés comme indispensables [SAJALOLI & DUTILLEUL 2001].

* 42 rue de Malvoisine, F-45800 Saint-Jean-de-Braye, France ; correspondance et reprint : j.r.bertrand@orange.fr

** Centre de Recherche Public-Gabriel Lippmann, Département Environnement et Agro-biotechnologies (EVA), 41 rue du Brill, L-4422 Belvaux, Luxembourg.

*** 6 rue de la Bascule, F-4500 Orléans, France.

Avec une réserve pour des collections d'eau de taille réduite, telles que des stations d'épuration. De rares tentatives ont été menées à l'aide des diatomées [LECLERCQ 1995] sans avoir eu de développement important. Quelques études plus complètes au point de vue de l'écologie ont été réalisées : MILOT [2002], MILOT *et al.* [2006] portant sur 9 mares du centre de la France dans la région de Bourges et celle de BERTRAND *et al.* [2007] sur une mare artificielle. Pour terminer, dans le cadre du programme « VALMARES » BERTRAND *et al.* [2010, 2013, 2014] ont publié une étude portant sur la répartition et l'écologie des diatomées dans 130 mares la région Centre (France).

Il nous a semblé nécessaire d'essayer de construire, comme pour les rivières, un ou deux indices de qualité des eaux des mares à l'aide des diatomées, compte tenu de leur présence générale dans tous les types de mares même les plus pollués, tandis que dans les mêmes conditions, les invertébrés, les végétaux et les mollusques en sont parfois absents.

GÉOLOGIE ET MORPHOLOGIE DU SITE D'ÉTUDE

La zone étudiée comprend une bande géographique orientée grossièrement nord-sud située de part-et-d'autre de la Loire. Cette bande va d'Asnières-le-Marché, en Beauce, à Ligny-le-Ribault, en Sologne; elle se déroule sur 50 km de long et 20 km de large. La zone explorée commence en Beauce et Forêt d'Orléans, au nord, puis elle traverse le Val de Loire en enjambant Orléans et se poursuit vers le sud à travers la Sologne. Grande région centrale de France, la Beauce est constituée d'un plateau calcaire d'âge aquitainien de 80 m d'épaisseur (au niveau d'Orléans), affleurant sous forme de marnes ou recouvert d'une couche de loess quaternaire. Recouvrant plus au sud cette formation calcaire, apparaissent les sables et argiles détritiques de Sologne, sur lesquels se sont installées la Forêt d'Orléans et la Sologne (Mio-Pliocène, plus précisément du Burdigalien). Dans le Val de Loire lui-même, on rencontre des alluvions anciennes et récentes constituant les diverses terrasses quaternaires de la Loire.

C'est ainsi que 51% des mares du nord de la Loire sont situées sur les marnes et sables de l'Orléanais et 37% sur des sables et argiles de Sologne. Au sud de la Loire, 81% des mares reposent sur des alluvions de sables et graviers d'anciennes terrasses de Loire, datant du Pléistocène ou de l'Holocène, et 17%, sur les sables et argiles de Sologne. Rien dans le paysage ne nous a permis, au nord comme au sud, de privilégier tel ou tel niveau géologique ou type de substrat dont la nature n'a été révélée qu'*a posteriori*.

MÉTHODES D'ÉTUDES

Les mares rencontrées dans la bande géographique définie ont été retenues, ou non, pour des raisons logistiques non maîtrisées, imposées par leur répartition inconnue, la météorologie, leur accès ou non, entre autres. Après analyse, *a posteriori*, elles ont produit un échantillonnage aléatoire.

La contrainte initiale que nous nous sommes imposée, issue des travaux de SAJALOLI *et al.* [2001], définit 13 types de mares qui sont dénommés en fonction de leur situation. Trois groupes sont définis : 1) Mares forestières : feuillus, résineux, taillis, lisières, coupes et fourrés, landes et friches ; 2) Mares champêtres : chemins, prairies, champs, routes et autoroutes et 3) Mares urbaines : extérieurs de bâtiments, périphérie de villages, intérieurs de villages [BERTRAND *et al.* 2013]. 130 mares ont été explorées : 5 mares de chaque type aux nord et

5 mares au sud de la Loire $(5+5) \times 13 = 130$).

La récolte des diatomées dans les rivières procède de méthodes normalisées, bien connues, dont l'essentiel consiste à brosser une surface dure naturelle ou artificielle, roche ou caillou de dimension déterminée, dans le lit de la rivière, si possible au centre [PRYGIEL & COSTE 2000]. La récolte des diatomées dans les mares, du fait de l'absence quasi constante de supports lithiques naturels ou artificiels, nous a conduits à récolter le maximum de supports immergés présents et accessibles [BERTRAND *et al.* 2013].

La méthode de récolte varie en fonction de la nature du substrat. La récolte est conservée dans des flacons de 150 cm³ avec de l'eau de la mare. Aucun conservateur n'a été ajouté ; l'extraction des diatomées et l'analyse des 15 paramètres chimiques (Tableau 1) ont été réalisés dans les 24 heures. Le pH et la conductivité ont été mesurés sur le terrain.

Par rapport aux éléments retenus pour la qualification des eaux des rivières et le calcul des IPS (indice de polluabilité spécifique), les paramètres chimiques O₂, O₂ satur., DBO₅ et DCO n'ont pas été pris en compte en raison de la très grande amplitude des variations journalières de O₂ dans les nombreuses mares envahies par la végétation aquatique. De même nous n'avons pas retenu les matières en suspension (MES) car la présence d'argile en suspension était très importante. Par ailleurs nous avons ajouté SO₄, Fe, Ca, HCO₃ et SiO₂ pour tenir compte de la nature des terrains explorés. Le choix de l'IPS comme indice de référence a été dicté par sa plus grande précision due à l'obligation de prendre en compte la totalité des taxons de diatomées rencontrés dans chaque récolte.

Pour les récoltes sur les différents supports nous avons choisi la méthodologie décrite précédemment [BERTRAND *et al.* 2013].

Les traitements statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel ADE4 [DOLEDEC & CHESSEL 1989, THIOULOUSE *et al.* 1997].

Les genres et espèces (Annexe 1) ont été déterminés d'après GERMAIN [1981], KRAMMER & LANGE-BERTALOT [1986, 1988, 1991a, b], KRAMMER [1992] et LANGE-BERTALOT [1993].

La vie des organismes vivants dans l'eau étant intimement liée aux caractéristiques physico-chimiques des eaux, dans le cours de cette étude nous traiterons en premier de la chimie des eaux des mares, puis de la méthode d'élaboration des indices de qualité de ces eaux.

CHIMIE DES EAUX

CONDITIONS GÉNÉRALES

La chimie des eaux des mares dépend en partie de leur situation sur les différents terrains rencontrés; l'alimentation en eau par les fossés se rencontre dans la majorité des cas (43%) au nord, mais un peu moins fréquemment (35%) au sud. La situation est inverse pour l'alimentation par ruissellement ou par capillarité : 32% des mares au nord et 42% au sud. Dans les trois-quarts des cas, au nord comme au sud, le cheminement de l'eau de pluie se fait plutôt naturellement, l'intervention humaine ne se produisant qu'à travers des fossés, en supposant qu'ils soient curés fréquemment, ce qui est loin d'être le cas. Dans le cas des mares de village ou proches des habitations l'influence humaine est sans doute plus nette (au sud 23% et au nord 25%), puisqu'alors, l'eau s'écoule jusqu'aux mares après avoir ruisselé sur des toits et avoir circulé

	Types de mares	Cl ⁻ mg l ⁻¹	SO ₄ ²⁻ mg l ⁻¹	K ⁺ mg l ⁻¹	Fe ²⁺ mg l ⁻¹	NO ₂ ⁻ mg l ⁻¹	NH ₄ ⁺ mg l ⁻¹	TH °F	Cond. μS cm ⁻¹	pH	Ca ₂ ⁺ mg l ⁻¹	HCO ₃ ⁻ °fr	PO ₄ ³⁻ mg l ⁻¹	NO ₃ ⁻ mg l ⁻¹	SiO ₂ mg l ⁻¹
Median	Feuillus	8,5	0	2,4	0,275	0	0,175	4,05	111	6,3	13,5	4,05	0	0	15
Min		4	0	0	0,04	0	0	1,8	55	5,5	6	1,8	0	0	0,2
Max		25	7	5	0,8	0,2	2	10,7	225	6,8	35	12,6	0,1	0	20
Median	Résineux	10,5	0	1,25	0,11	0,015	0,1	3,6	123	6,0	15	4,5	0	0	3
Min		3	0	0	0	0	0	1,8	44	5,7	5	2,7	0	0	0,12
Max		40	20	60	3	0,75	4	9,9	417	7,2	35	19,5	5	6	20
Median	Taillis	7	0	0	0,125	0	0,15	3,6	78	6,0	10	3,6	0	0,25	3,5
Min		4	0	0	0	0	0	1,8	35	5,5	5	1	0	0	0,4
Max		12	30	5,5	0,5	0,04	0,7	8,9	230	9,0	35	9,9	0,1	20	17
Median	Lisières	15	0	1	0,04	0	0,1	7,1	193	6,5	30	7,2	0	0	5
Min		2	0	0	0	0	0	1,8	47	6,0	5	3,6	0	0	0
Max		75	57	8,5	0,5	0,4	2	18	430	7,5	50	14,4	0,1	1	20
Median	Coupes-fourrés	7	0	0	0,2	0	0,1	2,7	55	5,6	10	3,6	0	0	3
Min		4	0	0	0,07	0	0	1,8	42	5,0	5	1,8	0	0	0,5
Max		12	15	2,5	0,4	0,07	0,2	7,2	165	8,0	25	7,2	0,1	3	20
Median	Landes-Friches	7	0	0	0,115	0	0,1	3,6	79	6,0	10	3,6	0	0,75	2
Min		0,5	0	0	0,04	0	0	1,8	30	5,4	5	2,7	0	0	0,6
Max		40	5	2,5	0,9	0,05	0,25	5,4	165	7,7	20	6,4	0	3	10
Median	Routes-Autoroutes	40	5	8,5	0,04	0,02	0,15	13,45	355	7,0	32,5	12,6	0	1,5	5,75
Min		14	0	2	0	0	0	7,1	171	6,5	22	7,2	0	0	0,8
Max		60	15	40	1	3	0,6	18	454	9,0	60	16,2	0,6	7	20
Median	Chemins	6,25	0	1	0,09	0,005	0,275	3,6	85	6,0	12,5	4,95	0	0,75	7
Min		3	0	0	0	0	0,05	1,8	50	5,7	7	3,6	0	0	1
Max		9	10	8	0,65	0,4	0,8	12,5	275	6,5	40	12,6	0,2	20	20
Median	Prairies	28	18,5	11	0,095	0,055	0,175	17,05	463	7,1	55	16,65	0,425	1,75	15
Min		2,5	0	0	0	0	0	3,6	58	6,0	5	4	0	0	4
Max		200	60	30	2,5	0,4	3	39,6	890	9,0	105	32,4	3	4,5	50
Median	Champs	48,5	32,5	7,9	0,07	0,035	0,1	26,95	572	7,0	67,5	25,1	0,225	0,5	21,5
Min		10	0	3	0	0	0	8,9	195	6,5	30	7,1	0	0	1,5
Max		105	210	17	2	1,15	0,9	79,2	1399	7,8	180	50,4	0,8	60	30
Median	Ext. Batiments	10	0	2,1	0,125	0,01	0,45	15,2	260	7,6	38,5	10,8	0,125	0	3,25
Min		2	0	0	0	0	0,05	5,4	102	6,8	15	5,4	0	0	0,4
Max		70	35	18	0,2	0,1	3,6	19,8	565	10,0	70	18	0,3	1	15
Median	Ext. Villages	18	2,5	9,5	0,04	0,025	0,325	13,45	316	7,6	40	13,3	0	0,25	5
Min		10	0	0	0	0	0,05	5,4	150	6,5	5	3,6	0	0	1,7
Max		75	47	17	0,1	0,5	5	34,2	626	9,0	97	27	1,4	120	40
Median	Int. Villages	22	0	1	0	0,1	0,1	14,3	300	7,2	40	12,6	0	0	4
Min		4	0	0	0	0	0,1	6,3	121	6,5	17,5	7,2	0	0	0,5
Max		45	25	5,8	0,04	0,6	0,7	23,4	450	9,5	70	18	0,1	25	10
Médianes générales		10,5	0	1,25	0,095	0,01	0,15	7,1	193	6,5	30	7,2	0	0,25	5
Moyennes générales		24,8	21,4	5,6	?	?	?	30	587	7,1	115	22,9	0,1	58,4	21,2
Fleuve Loire	Tables calcaires	24	20	?	?	?	?	25	470	7,8	100	?	0,5	22	?
	Sologne	11	9	?	?	?	?	5	120	7,1	20	?	0,5	11	?
Rivières	Tables calcaires	12	9,5	?	?	0,1	0,06	16	340	8	65	23	0,001	26	?
	Sologne	11	12,5	?	?	0,07	0,06	2,7	90	6	11	3	0,004	12	?

Tableau 1. - Récapitulation des 14 éléments chimiques répartis dans les 13 types de mares.

Summarization of the 14 chemical elements spread in the 13 studied pond types.

dans des tuyaux en ciment ou en plastique.

La permanence de l'eau dans les mares est un point crucial qui a des conséquences décisives sur les peuplements qui s'y installent. Au nord comme au sud, les proportions sont identiques : 45 mares permanentes et 20 mares temporaires. Parmi les 20 mares temporaires du nord, 5 sont du type mare de chemins, 3 de champs et 3 d'extérieur de bâtiments; les autres sont diversement réparties. Parmi les 20 mares temporaires du sud, 3 relèvent des prairies, 3 des routes et 3 des forêts de résineux, les autres n'étant pas majoritaires dans quelque type que ce soit.

Pour chaque mare, des mesures ou des estimations de certains paramètres topologiques et écologiques ont été notées : il s'agit de la nature géologique du substrat, du mode d'alimentation en eau, de la permanence saisonnière, et de la présence de poissons. Celles-ci sont qualitatives et ont été l'objet d'une cotation. Les dimensions (superficie et profondeur), de la pente des berges, de l'ombrage, recodées ou non, sont quantitatives. Ces quatre paramètres quantitatifs ont été soumis à une analyse en composantes principales. La projection de ces paramètres et des 130 mares dans le plan des facteurs 1 et 2 a permis de constater que notre échantillonnage de mares était aléatoire et non biaisé.

RÉSULTATS

L'étude de la chimie des eaux des mares est plus descriptive qu'interprétative (Tableau 1). Trois analyses factorielles ont été réalisées : il s'agit d'analyses en composantes principales (ACP) portant sur les valeurs centrales (médianes) des 14 paramètres.

Une première analyse (Fig.1) montre que l'axe 1 porte 60% de la variance ; il traduit l'influence décisive de tous les éléments, en particulier des composés calco-carbonatés et des nutriments, laissant à part le fer et l'ammonium. Ce premier facteur, oppose les milieux ouverts (mares de champs et de prairies) aux milieux fermés (mares de taillis, de fourrés, de friches, de résineux et de chemins), en même temps qu'il

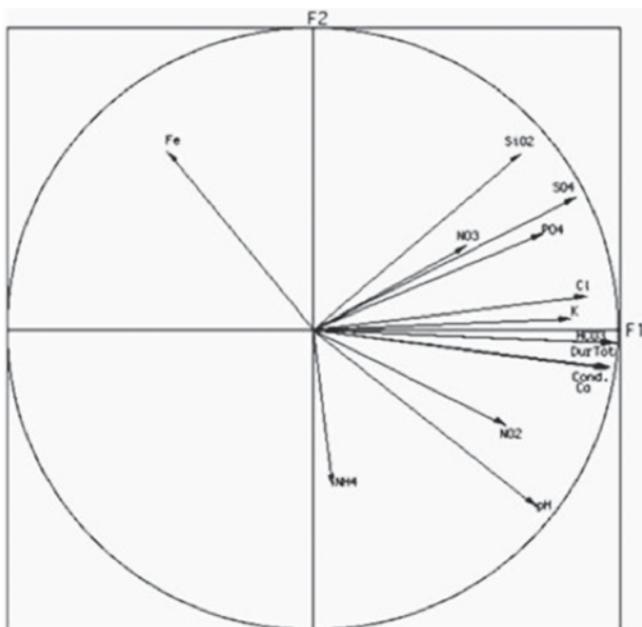


Figure 1. - Analyse en composantes principales (ACP) des 14 variables chimiques pour les 13 types de mares. *Principal component analysis (PCA) of the 14 chemical variables for the 13 studied pond types.*

oppose les milieux enrichis par l'homme (champs) ou les animaux (prairies) aux milieux plus sauvages. On peut qualifier ce facteur d'axe de fertilité.

L'axe 2 (13% de variance) oppose les mares de feuillus et de fourrés aux mares de bâtiments et de villages. En opposant le fer à l'ammonium, il se présente comme un axe de dégradation de la matière organique; d'un côté, la matière organique est lessivée, le sol se podzolise et le fer s'accumule; d'un autre côté, la matière organique en voie de dégradation libère de l'ammonium.

Une deuxième analyse porte sur l'influence géographique (nord ou sud de la Loire), elle inclut 13 mares-types au nord et 13 mares-types au sud. Alors qu'avec 13 mares-types confondues (nord + sud), les variables sont toutes (sauf le fer) regroupées dans la partie positive de l'axe 1, avec 2 x 13 types de mares, on observe quatre groupes bien différenciés. On voit là l'influence prépondérante de séries de variables fortement corrélées, pour lesquelles les trois premiers facteurs mobilisent 65% de la variance. Ce sont d'abord le calcium, les bicarbonates, la dureté totale et la conductivité; ces 4 variables s'opposent sur le premier axe (29% de la variance), avec une forte corrélation négative, aux nitrates.

Lors de l'analyse, l'élimination des éléments redondants mis en évidence pour ne garder que la conductivité, nous montre qu'il n'y a aucune corrélation avec les précédents ; on trouve autour du deuxième facteur (25% de la variance) 4 variables fortement corrélées (ammonium, phosphates, fer et potassium) qui s'opposent aux nitrites.

DISCUSSION – CONCLUSION

La projection des 26 (13 nord et 13 sud) types de mares dans le plan factoriel défini précédemment montre une nette opposition entre les types de mares de la zone nord et ceux de la zone sud. Huit variables sur quatorze montrent des différences significatives (au risque 5%) entre nord et sud (test des séries appariées de WILCOXON) : ce sont la conductivité, la dureté totale, le fer, le potassium, l'ammonium, les nitrates, les phosphates et les silicates.

Une classification hiérarchique selon la méthode de WARD présente ces groupes en exhibant clairement la distinction entre mares du nord et celles du sud de la Loire; la composition de ces groupes et des variables qui en sont responsables mérite quelques commentaires.

Sur l'axe 1, les mares du nord, type lisières, fourrés, routes, chemins et intérieur de village sont regroupées en raison de l'influence d'une dureté totale et d'une conductivité plus forte au nord qu'au sud (respectivement 1,5 et 1,3 fois). A l'opposé, les mares du sud, type prairies, champs, intérieurs et extérieurs de bâtiments et de villages sont marquées par des concentrations plus fortes de nitrates (7,5 fois).

Sur l'axe 2, les mares du sud type résineux, fourrés, friches et lisières se caractérisent par de plus fortes concentrations de phosphates (12 fois), ammonium (2,4 fois), potassium (7,3 fois) et fer (5,4 fois).

La troisième analyse accentue et renforce les conclusions précédentes, en présentant des oppositions plus nettes. On retrouve sur l'axe 1 l'opposition entre les nitrites et le groupe des phosphates, de l'ammonium, du fer et du potassium ; en correspondance se trouvent respectivement d'une part des mares de champs, de taillis, de friches et de prairies au nord, d'autre part des mares de fourrés, de friches et de lisières au sud. Avec l'axe 2 se matérialise l'opposition entre conductivité

et sulfates d'un côté (mares de résineux, de feuillus, de fourrés et de chemin au nord), et nitrates et chlore de l'autre côté (mares de prairies, de champs, de chemins, de routes, d'extérieur de bâtiments et de villages au sud).

En résumé, dans la zone explorée de la région Centre, on constate que l'eau des mares est douce, voire très douce, puisque sa dureté est d'environ 7°fr., alors que dans les sources émergeant du plateau de Beauce en rive droite de Loire, elle est de 30°fr., en Loire-même, de 25°fr., mais dans les ruisseaux non-pollués de Sologne, de 2,7 à 5°fr. [MEYBECK 1986 *in* IVOL-RIGAULT 1998]. Sa conductivité et sa minéralisation sont également très faibles : 3 fois plus faible que dans les sources mentionnées et 2,5 fois moindre qu'en Loire; par contre, dans les ruisseaux de Sologne [MEYBECK op.cit.], la conductivité est du même ordre que dans les mares (90 μ S/cm). Il en est de même pour le pH : en moyenne, il est de 6,5 dans les mares, mais de 7,1 dans les sources et de 7,8 en Loire, et de 6,0 dans les ruisseaux non-pollués de Sologne.

Ces trois paramètres synthétiques laissent supposer que les concentrations des divers ions sont faibles; c'est le cas aussi bien pour les ions majeurs que pour les nutriments.

La comparaison précédente avec les données de MEYBECK [op.cit.] est pertinente : la distinction entre les « Tables calcaires » (la Beauce), et « la Sologne », d'une part nous place dans le cadre des hydro-écorégions, d'autre part rattache sans conteste la zone explorée (tant au Nord qu'au Sud de la Loire) à l'écorégion « Sologne » [WASSON 1996].

Néanmoins, l'analyse factorielle des données révèle une nette opposition entre les mares du Nord et du Sud de la Loire. On retrouve de fortes corrélations entre des variables qui sont chimiquement liées (voir redondantes), comme la dureté totale, le calcium, les bicarbonates et la conductivité; celles-ci s'expriment à travers de plus fortes valeurs dans diverses mares du Nord. D'autres corrélations (entre les phosphates, le fer, l'ammonium et le potassium) sont entendues pour ce qui concerne les phosphates et le fer [LABROUE *et al.* 1995], mais plus obscures pour les autres. En raison de densités plus fortes, elles concernent des mares de fourrés, de friches, de lisières et de résineux situées essentiellement au Sud. Enfin, l'isolement des nitrates est remarquable, puisqu'il signe, par des concentrations plus élevées dans les mares de prairies, de champs, d'intérieur de villages, d'extérieur de bâtiments ou de villages, une plus forte influence humaine au Sud qu'au Nord.

ELABORATION D'UN INDICE DE QUALITÉ

NÉCESSITÉ D'UN INDICE SPÉCIFIQUE

La base de la méthode de l'indice diatomique consiste, après avoir récolté des diatomées dans le cours de la rivière suivant une méthode rigoureuse et normalisée, à les préparer en vue de l'observation dans des conditions déterminées. Puis le comptage et la l'identification simultanée de 400 valves de diatomées au minimum, permettent d'observer et de calculer l'abondance relative des espèces présentes. Des tables de conversion permettent alors, à l'aide de logiciels spécialisés, de donner une note sur 20 de la qualité biologique de l'eau. Rappelons que la qualité biologique de l'eau est celle permettant à des organismes de vivre et de prospérer, alors que la qualité de potabilité est beaucoup plus restrictive. La méthode mise au point et normalisée IBD (indice biologique diatomées) a été reprise par toutes les DREAL et Agences de l'Eau conduisant à une surveillance efficace de toutes les rivières de France.

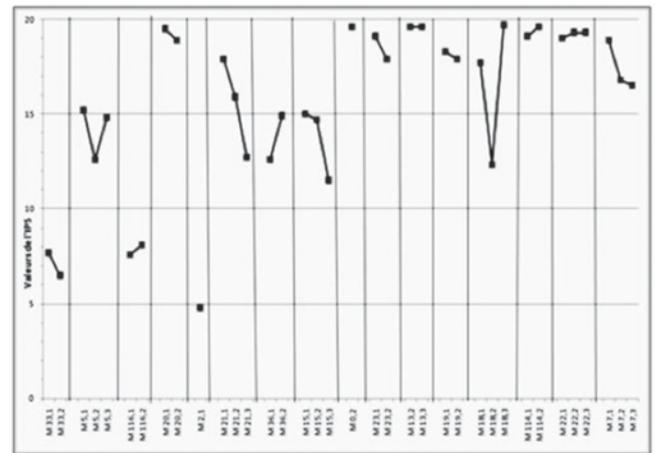


Figure 2. - Graphique illustrant les anomalies rencontrées dans les mesures de qualité de 36 récoltes issues de 15 mares : divergence de l'IPS en fonction des supports dans la même mare. *Graph showing anomalies in quality measures of 36 samples from 15 ponds: divergence of the SPI based on the substrates in the same pond.*

De nombreux indices ont été développés tant en France qu'à l'étranger ; ils sont tous issus de la formule de ZELINKA & MARVAN [1961]. On compterait une vingtaine d'indices, adaptés à des conditions, ou géographiques, ou physico-chimiques, ou plus synthétiques et destinés à une meilleure compréhension par les organismes officiels utilisateurs. On notera ceux qui sont les plus utilisés en France: L'IPS de Coste [CEMAGREF 1982], le DES de DESCY [1979], l'IBD de PRYGIEL & COSTE [1993], l'ADP de LECLERCQ [1995].

Dès le début des récoltes sur plusieurs mares sont apparues quelques anomalies et une incompatibilité entre les résultats donnés par l'indice IPS et la physico-chimie de l'eau de ces mares. Désaccord entre les indices de trois récoltes de la même mare, puis désaccords des différents supports entre eux (Fig. 2). Comme si les diatomées réagissaient différemment en fonction de la nature des supports ou encore comme si la colonisation des espèces se faisait en fonction des supports, et non en fonction des éléments physico-chimiques de la mare.

Ainsi pour la mare « M 5 » comportant 3 récoltes (5,1 - 5,2 et 5,3), les résultats de l'analyse avec l'indice de Leclercq pour la récolte 5,1 sur racines en surface montrent une légère pollution organique (14,5% des taxons contre 7,6% pour la pollution anthropique, alors que l'IPS est de 15,3). Pour la récolte 5,2 sur fond de cailloux à 1,5 m de profondeur, l'IPS de 11,8 montre une altération anthropique caractéristique (46% de taxons contre 11,8 %) confortée par 17,5 mg/l de NO_3 . Pour la récolte 5,3 dans le plancton, les deux types de pollution sont équilibrés.

Pour l'indice de ROTT *et al.* [1997] les récoltes 5,2 et 5,3 affichent une pollution organique qui est prépondérante, alors que la récolte 5,1 marque une nette pollution anthropique. Pour ce seul exemple nous voyons la discordance importante et inverse entre les indices de Rott et celui de Leclercq. Nous avons les mêmes problèmes pour les mares M 15, M 18 et M 21.

Par ailleurs, en compulsant les données enregistrées dans OMNIDIA 5.3 nous avons noté que 40% des espèces présentes dans les mares, manquaient dans le système de Rott. Quant au système de Leclercq, le fichier des taxons n'a pas été réactualisé depuis sa création (com. pers.). De plus, pour cet indice, Leclercq prenait PO_4 comme un polluant organique alors qu'il est généralement adopté comme polluant anthropique. Il était donc inutile de poursuivre dans cette voie.

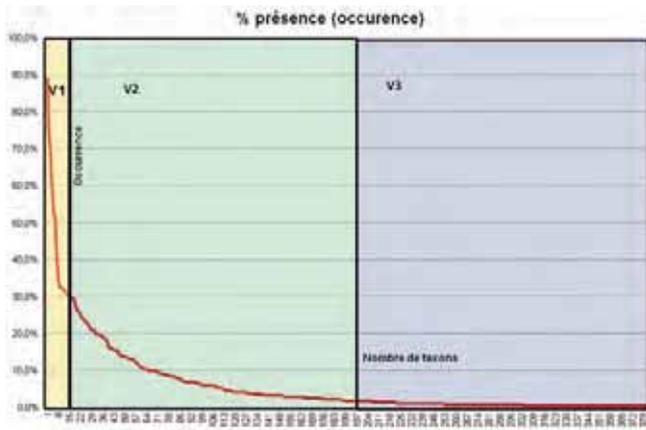


Figure 3. - Répartition des occurrences des 382 espèces de diatomées. *Occurrence and distribution of the 382 studied diatom species.*

Nous avons donc essayé de créer un indice spécifique pour les mares, en tenant compte des divergences notées ci-dessus. Toutefois nous avons conservé le PO_4 comme polluant anthropique afin de calculer deux indices par mare à l'instar de LECLERCQ [1995] ou de ROTT *et al.* [1997] : un indice mesurant la pollution anthropique et un mesurant la pollution organique. Nous répondons ainsi aux besoins spécifiques de connaissance des mares qui d'une part, ont un spectre physico-chimique plus étendu que celui des rivières, de 4 à 10 pour le pH et d'autre part une accumulation parfois considérable de matières organiques, phénomène exceptionnel dans les rivières.

CRÉATION D'UN DOUBLE INDICE
DE QUALITÉ DES EAUX DES MARES

Un indice de qualité des eaux met en relation :

- 1) L'ensemble ou une catégorie des êtres vivants
- 2) L'ensemble ou quelques paramètres physico-chimiques.

Pour la qualification biologique des eaux des mares nous avons adopté deux indices :

a) Indice de la pollution organique : La pollution organique est révélée par NH_4 et NO_2

b) Indice de pollution anthropique : La pollution anthropique est surtout apportée par NO_3 et PO_4

A l'instar de toutes les formules de calcul de qualité utilisées

$$\frac{\sum_{i=0}^n A * v * s}{\sum_{i=0}^n A * v * s} * coef. = \text{Indice bio}$$

nous appliquons la formule de ZELINKA & MARVAN [1961] :

A = abondance relative (%) ou absolue de l'espèce notée en nombre d'individus ou en surface ou en volume de chaque espèce par récolte ou par lieu de récolte ;

v = valeur indicative de présence (notée de 1 à 3) ;

s = polluosensibilité de l'espèce (notée de 1 à 5) ;

coef. = coefficient permettant de transformer la note sur 5 en note sur 20.

Calcul de la valeur de « v » (base floristique)

A partir du tableau des données (annexe 1) des diatomées :

1) On calcule d'abord, par espèce, le pourcentage du nombre de récoltes ou de stations dans lesquelles l'espèce est présente (occurrence) par rapport au nombre total des récoltes ou des stations. On trie les pourcentages par ordre dégressif, sur l'ensemble des espèces à partir du tableau des données. Il a été constaté que les occurrences des espèces suivaient une répartition asymptotique (Fig. 3). C'est cette distribution qui nous a conduits à adopter la répartition suivante : trois classes ont été définies.

2) On assigne la classe 1 du pourcentage (70 %) des occurrences, ce sont les espèces les plus communes, elles n'ont aucune affinité ni sensibilité particulière.

3) On assigne la classe 2 du pourcentage (29%) des occurrences suivantes.

4) On assigne la classe 3 du pourcentage de 1% des occurrences, ce sont les espèces les plus rares. Elles sont nettement

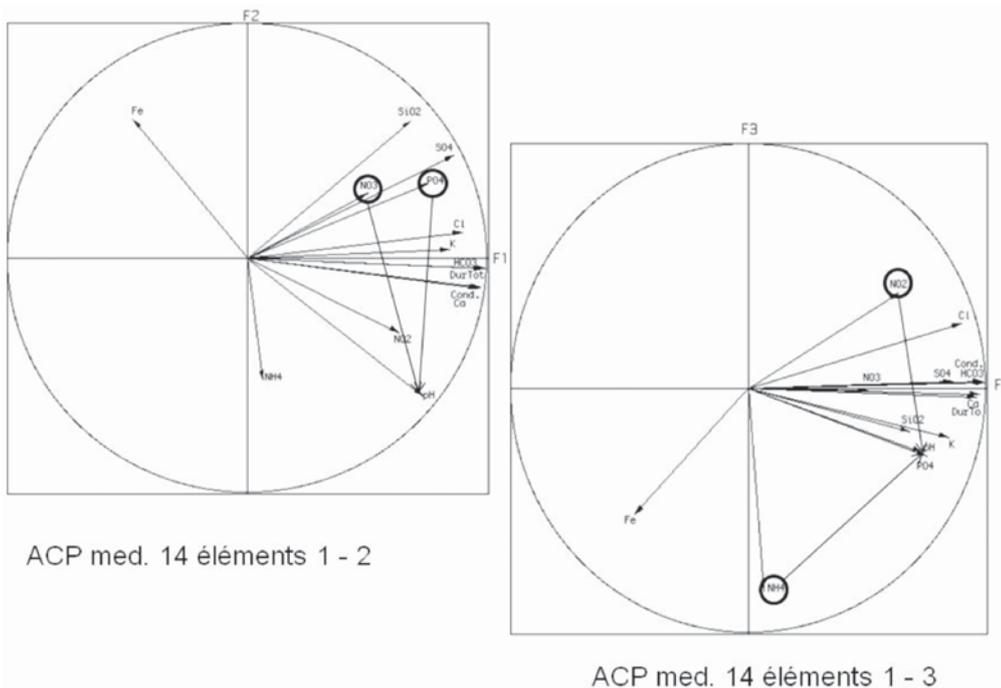


Figure 4. - Analyse en composantes principales des 14 variables chimiques montrant sur les axes 1/2 et 1/3 l'indépendance du pH par rapport aux nutriments NO_3 , PO_4 , NO_2 et NH_4 . *Principal component analysis (PCA) of the 14 chemical variables showing on axes 1/2 and 1/3 the independence of pH in relation to nutrients NO_3 , PO_4 , NO_2 and NH_4 .*

Le pH n'est pas corrélé avec les nutriments

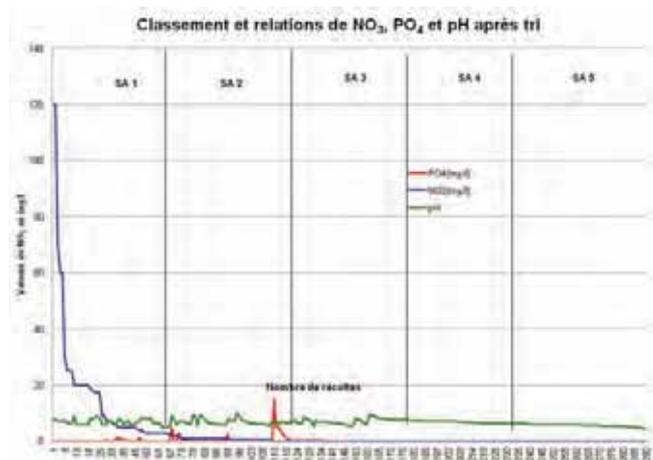


Figure 5. - Graphique de la distribution des NO_3 , PO_4 , et pH montrant la distribution asymptotique de NO_3 et l'absence de corrélation entre NO_3 et PO_4 . *NO_3 , PO_4 and pH distribution graphic, showing the asymptotic distribution of NO_3 and the lack of correlation between NO_3 and PO_4 .*

sensibles aux conditions physico-chimiques des eaux.

Calcul de la valeur de « s » (base floristique intégrée à la chimie)

C'est un coefficient qui prend en compte la chimie de l'eau et sa relation avec la présence de l'espèce. Il est propre à chaque espèce. On sélectionne les paramètres chimiques que l'on veut mettre en valeur. Puisque l'oxygène et la DBO_5 ne sont pas disponibles, nous avons choisi le pH comme troisième élément de sélection en plus des nutriments classiques : $\text{NO}_3 - \text{PO}_4 - \text{NO}_2 - \text{NH}_4$. Le pH, paramètre intégrateur, n'est pas lié directement à la pollution ou à la pureté des eaux (Fig. 4) puisqu'il est indépendant de ces quatre éléments ($r = 0.173$ pour NH_4) ; de plus il n'est jamais nul ce qui facilite la discrimination des espèces en fonction de l'absence de nutriments.

En conséquence, pour l'indice « s » de pollution anthropique nous avons sélectionné $\text{NO}_3 - \text{PO}_4$ et pH. Pour l'indice de la pollution organique nous avons sélectionné $\text{NH}_4 - \text{NO}_2$ et pH.

1) Nous avons fait un tri dégressif des espèces à partir de 3 paramètres chimiques en donnant la prépondérance à NO_3 , puis à PO_4 , puis au pH (de toutes les données floristiques), puis nous avons tracé le graphique combiné des 3 éléments, ce qui nous a permis de choisir la répartition des valeurs qui groupent le mieux les deux paramètres (NO_3 et PO_4) afin de déterminer la répartition des classes valeurs de « s ».

Là encore nous avons constaté la répartition asymptotique de NO_3 et l'absence de corrélation avec PO_4 (Fig. 5), ce qui nous a conduit à adopter la répartition des classes en fonction de cette distribution.

La même opération a été faite pour $\text{NH}_4 - \text{NO}_2$ et pH.

Pour le calcul des classes, le tableau des données doit comprendre tous les éléments chimiques et les taxons liés.

2) Les classes ont été affectées d'un indice de pondération de 1 à 5.

La pondération des calculs d'indices est destinée à diminuer l'influence des espèces prédominantes ou tolérantes des diatomées par rapport à celles extrêmement sensibles à des pollutions quelles qu'elles soient ou à privilégier telle ou telle caractéristique chimique.

pH	Catégories	Intervalles de variation du pH	
1	acidobionte	pH optimum	< 5,5
2	acidophile	pH optimum entre	5,5 et 7
3	neutrophile	pH optimum autour de	7
4	alcaliphile	pH optimum >	7
5	alcalibionte	pH exclusivement >	7
6	indifférent	Optimum non défini	
Salinité des eaux		Cl ⁻ (mg/l)	Salin. (‰)
1	douces	< 100	< 0,2
2	douces à légèrement saumâtres	< 500	< 0,9
3	moyennement saumâtres	500 - 1000	0,9 - 1,8
4	saumâtres	1000 - 5000	1,8 - 9
Saprobies (charge organique)		Oxygène sat. (%)	DBO5 (mg/l)
1	oligosaprobe	< 85	< 2
2	bêta-mésosaprobe	70 - 85	2 - 4
3	alpha-mésosaprobe	25 - 70	4 - 13
4	alpha-méso-polysaprobe	10 - 25	13 - 22
5	polysaprobe	< 10	> 22
Statut trophique		Oxygénation	
1	oligotrophe	1	élevée (100 % sat.)
2	oligo-mésotrophe	2	plutôt forte (> 75% sat.)
3	mésotrophe	3	modérée (> 50% sat.)
4	méso-eutrophe	4	basse (>30 % sat.)
5	eutrophe	5	très basse (= 10 % sat.)
6	hypereutrophe	Aérophilie	
7	indifférent	1	aquatique strict
N- Hétérotrophie		2	aquatique ou subaérien
1	N- autotrophe sensible à de faibles N orga. elv.	3	subaérien (suintements)
2	N-autotrophe tolérant N orga. elv.	4	aérophile supportant des assècs ± prolongés
3	N- hétérotrophe facultatif		
4	N-hétérotrophe obligatoire	5	terrestre

Tableau 2. - La confrontation des inventaires avec la compilation de la littérature scientifique permet de visualiser la distribution des diatomées selon leurs caractéristiques écologiques dominantes. Exemples de classifications proposées par VAN DAM *et al.* [1994]. *The confrontation of our inventories with the compilation of scientific literature allows visualizing the distribution of diatoms according to their dominant ecological characteristics. Some examples of coded checklist proposed by VAN DAM et al. [1994].*

Caractéristiques autoécologiques (issue de la bibliographie)

La confrontation de nos inventaires avec la compilation de la littérature scientifique permet de visualiser la distribution des diatomées selon leurs caractéristiques écologiques dominantes.

En outre elle nous fournit également plusieurs exemples de pondérations nécessaires pour mieux valoriser certaines caractéristiques (Tableau 2).

Exemples de classifications proposées par VAN DAM *et al.* [1994] (Tableau 3).

Nous proposons pour les mares les pondérations suivantes mentionnées dans le tableau 4 :

La première classe « a » représentant les taxons les plus tolérants aux NO_3 et PO_4 (limitée à la récolte n° 65 pour tenir compte de la distribution asymptotique de NO_3), elle indiquera la plus mauvaise qualité biologique.

Le reste des données est répartie en 4 classes égales étiquetées de « b à e ». La classe « e » indiquera la qualité biologique la plus élevée mais également la plus acide.

On effectue alors la somme des individus de chaque espèce dans chaque classe. Puis on fait la somme des espèces de toutes les classes (a à e).

3) Calcul des « s »

Ce calcul est fait à partir d'un tableau de regroupement ; il s'agit de calculer le centre d'inertie ou barycentre (C.I.) de chaque

pH	Classe	Poids
acidobiontes	1	5
acidophiles	2	2
neutrophiles ou indifférents	3	1
alcaliphiles	4	2
alcalibiontes	5	5

Trophie	Classe	Poids
hypereutrophe	1	5
eutrophes	2	2
indifférents ou ubiquistes	3	1
mésotrophes à méso-eutrophes	4	4
oligotrophes à oligo-mésotrophes	5	5

Tableau 3. - Plusieurs exemples de pondérations nécessaires pour mieux valoriser certaines caractéristiques. *Various examples of weightings needed to better enhance certain characteristics.*

espèce, dans les classes allant de « a à e ». Le calcul s'effectue de la manière suivante :

4) On calcule le « s » de la classe de chaque espèce par $s = \sum = ((1 \times a) + (2 \times b) + (3 \times c) + (4 \times d) + (5 \times e))$

(a, b, c, d, e, f, sont les abondances relatives de chaque espèce dans la classe correspondante).

5) On fait la somme de ces valeurs = a+b+c+d+e = Vol (abondance totale des individus de chaque espèce).

On obtient « s » = $\sum a \cdot c / \text{Vol}$

On obtient ainsi les trois valeurs permettant le calcul de l'indice de polluosensibilité.

A = l'abondance

V = la valeur indicatrice

s = l'indice de polluosensibilité

A l'aide de ces calculs, on crée une liste des : A, v, et s pour permettre de calculer les deux indices estimant la qualité biolo-

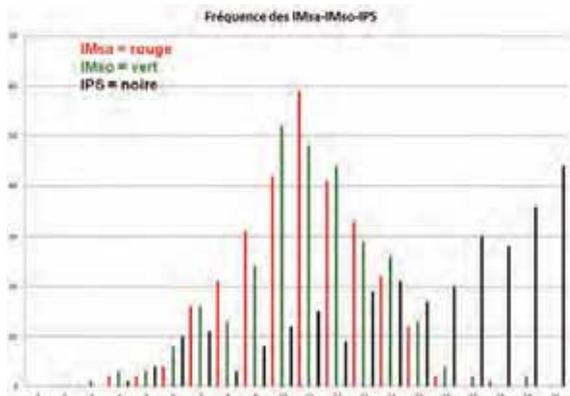


Figure 6. - Distribution de la fréquence des indices des 265 récoltes : IMsa= indice mares sensibilité anthropique, IMso = indice mares sensibilité organique, IPS = indice de polluosensibilité spécifique. *Frequency distribution of indices for the 265 samples: "IMsa" (PsaI = Pond sensitivity to anthropogenic disturbances Index) "IMso" (PsoI = Pond sensitivity to organic materials Index) , IPS = Specific Pollution sensitivity Index.*

Trophie / Saprobie / pH	Classe	Poids sa & so
tolérantes aux pollutions	1	1
alpha-mésosaprobies	2	2
beta-mésosaprobies	3	3
très sensibles	4	4
acidophiles	5	5

Tableau 4. - Proposition de pondération pour le calcul de « s » pour les indices de qualité des eaux des mares. *Proposal of weighting for "s" calculation regarding pond water quality indices.*

gique de la récolte ou de la mare (Annexe 2).

Nous pouvons alors estimer la valeur de l'indice de qualité d'une mare en reprenant les taxons constitutifs de la mare et en appliquant la formule de ZELINKA & MARVAN [1961] (Tableau 5).

Tous ces calculs avec les listes intégrées peuvent être informatisés dans un logiciel spécifique « Qualité Mares » comme celui créé pour le calcul de l'IPS avec OMNIDIA.

ANALYSE DE QUELQUES RÉSULTATS, DISCUSSION ET CONCLUSION

La comparaison des 3 indices qualifiant les 265 récoltes des 130 mares montre immédiatement la grande divergence entre les indices : IMsa (moy. 10,40, écart type 1,82), IMso (moy. 10,48, écart type 1,98) et IPS (moy. 14,63, écart type 3,58) surqualifiant les IPS. Cependant l'IPS ne devrait pas être calculé ainsi car la répartition des fréquences ne suit pas une loi gaussienne au contraire des IMsa et IMso (Fig. 6). La médiane calculée est 15,7 pour l'IPS alors qu'elle ne change pas pour les IM. Le graphe des fréquences montre une répartition développée vers les indices de grandes valeurs. Pour comprendre ces divergences nous avons testé la méthode sur 18 mares ayant des indices IPS différents entre les récoltes de la même mare.

Toutes ces mares montrent des différences importantes entre les IPS moyens par mare et entre les différentes récoltes de la

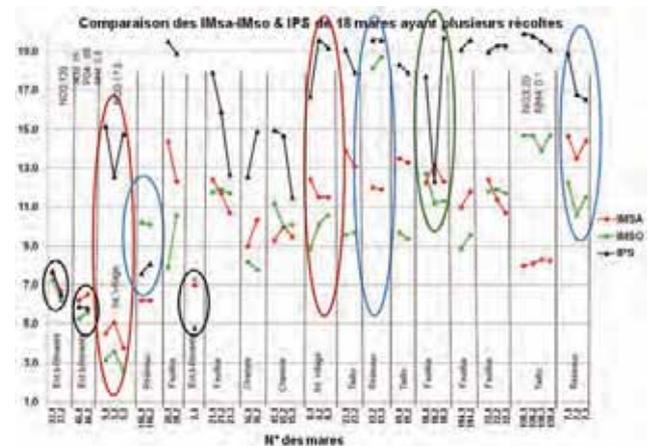


Figure 7. - Comparaison des indices de 18 mares caractéristiques et 44 récoltes : IMsa, IMso et IPS. Les valeurs de l'IPS sont systématiquement plus élevées que les indices IMsa et IMso. *Comparison of 18 distinctive ponds indices and 44 collections: "IMsa", "IMso" and SPI. SPI values are consistently higher than "IMsa" and "IMso" indices.*

N° de la mare et de la récolte	M 33,1													
	Code OMNIDIA	A	v	sa	so	A.v.sa	A.v	A.v.sa/A.v	(ID x(4,75)-3,75)	A.v.os	A.v	A.v.so/A.v	(ID x(4,75)-3,75)	
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	AMIN	63	1	3,3	3,2	207,9	63			201,6	63			
<i>Amphora veneta</i> Kützing	AVEN	2	2	2,2	2,8	8,8	4			11,2	4			
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	CBAC	1	2	2,4	2,6	4,8	2			5,2	2			
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	CSIL	4	2	2	1,8	16	8			14,4	8			
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	CSOL	1	2	3,1	3,3	6,2	2			6,6	2			
<i>Cymbella caespitosa</i> (Kützing) Brun	CCAE	11	2	1,8	1,3	39,6	22			28,6	22			
<i>Cymbella triangulum</i> (Ehrenberg) Cleve	CTRG	1	3	1,5	1,5	4,5	3			4,5	3			
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	ESOR	1	2	2,1	3,5	4,2	2			7	2			
<i>Gomphonema parvulum</i> Kützing	GPAR	94	1	2,7	2,8	253,8	94			263,2	94			
<i>Navicula accomoda</i> Hustedt	CRAC	2	2	2	1,2	8	4			4,8	4			
<i>Navicula halophila</i> (Grunow in Van Heurck) Cleve	NHAL	3	2	1,7	4,6	10,2	6			27,6	6			
<i>Navicula minima</i> Grunow in Van Heurck	NMIN	33	1	2,6	2,5	85,8	33			82,5	33			
<i>Navicula molestiformis</i> Hustedt	NMLF	53	2	2,3	2,3	243,8	106			243,8	106			
<i>Navicula saphophila</i> Lange-Bertalot & Bonik	NSAP	27	2	2,3	1,7	124,2	54			91,8	54			
<i>Navicula subminuscula</i> Manguin	NSBM	19	2	2	2	76	38			76	38			
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	NTPT	2	2	3,3	1,6	13,2	4			6,4	4			
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	NTRV	18	2	1,7	1,7	61,2	36			61,2	36			
<i>Nitzschia constricta</i> (W. Gregory) Grunow in Cleve & Grunow	NZCO	1	3	2,3	1,9	6,9	3			5,7	3			
<i>Nitzschia dubia</i> W. Smith	NDUB	1	2	1,3	2,2	2,6	2			4,4	2			
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow	NIFR	37	2	2,4	2,1	177,6	74			155,4	74			
<i>Nitzschia hungarica</i> Grunow	NIHU	6	2	1,4	1,9	16,8	12			22,8	12			
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	NPAL	32	1	2,5	2,5	80	32			80	32			
<i>Sunirella angusta</i> Kützing	SANG	2	2	2,1	1,7	8,4	4			6,8	4			
	nb													
									IMSA			IMSO	IMs moy.	
		414			somme	1460,5	608	2,40	7,66	1412	608	2,32	7,28	7,47

Tableau 5. - Calculs de l'IMsa et IMso de la récolte 1 de la mare n° 33. "IMsa" and "IMso" calculations for collection 1 in pond No.33.

même mare (Fig. 7). Nous pouvons d'emblée remarquer la faiblesse des cotations IMsa et IMso des mares de la droite de la figure. Ces divergences sont dues essentiellement à la cotation surévaluée des IPS pour les *Eunotia* et *Pinnularia* où la valeur de « s » est systématiquement de 5 (voir OMNIDIA 5.3) [LECOINTE *et al.* 1993, LANGE-BERTALOT 1979]. En effet ces genres de diatomées sont rares dans les rivières, où on les trouve dans des eaux relativement pures, alors que dans les mares elles sont souvent dominantes. Par contre les deux mares « 33 et 46 » situées à gauche de la figure, sont parfaitement en accord entre les deux systèmes et avec la chimie des eaux de très mauvaise qualité.

De par leurs divergences profondes avec l'IPS quelques mares méritent d'être évoquées de plus près. On peut considérer deux cas :

- celles dont les IMsa et IMso sont différents de l'IPS,
- celles dont les IPS des récoltes sont divergents dans la mare.

Nous noterons, « s » de l'IPS, « sa » de l'IMsa, « so » de l'IMso.

Catégorie a :

La mare « M 20 » est un cas particulier car les deux récoltes ont un IPS quasiment égal et voisin de 19, alors que les IMsa et IMso sont très fortement divergents dans la récolte 20,1. La charge des nutriments est de 7 mg/l en NO₃, 2 mg/l en NH₄ et 0,5 mg/l en PO₄. Les taxons dominants sont *Eunotia bilunaris* (EBIL, s = 5), *Eunotia implicata* (EIMP, s = 5), *Eunotia praerupta* (EPRA, s = 5), *Eunotia septentrionalis* (ESEP, s = 5) alors que nous obtenons pour EBIL (sa = 3,9), EIMP (sa = 3,4), EPRA (sa = 4,2) et ESEP (sa = 4,5), donc des valeurs bien inférieures à celles de l'IPS ce qui explique la chute de la note finale. C'est la note en « so » (1,6) d'EPRA (abondance 119) dans la récolte « 20,1 » qui explique parfaitement la divergence profonde des deux indices globaux.

La mare « M 23 » montre les valeurs IPS, IMsa et IMso très éloignées l'une de l'autre. Là encore c'est la forte proportion d'*Eunotia* qui crée la différence importante. Toutefois c'est bien

la nouvelle méthode qui intègre parfaitement la forte concentration en NH₄ (0,7 mg/l).

La mare « M 138 » est une mare d'analyse complexe car possédant quatre récoltes. Les résultats des IPS sont remarquablement homogènes (moy. 19,6), alors que les IMsa (moy. 8,2) et IMso (moy. 14,5) sont très éloignés en indice de qualité. Mais ceci restitue parfaitement les densités de NH₄ = 0,1 mg/l traduisant une assez bonne qualité organique et de NO₃ = 20 mg/l indiquant ainsi la très mauvaise qualité anthropique.

Catégorie b :

Dans la mare « M 0 » les taxons dominants sont *Achnanthes minutissima*, *Fragilaria ulna* var. *acus* et *Nitzschia acidoclinata* dont les « s » sont respectivement de 5, 4 et 5 pour un IPS moyen de 19, alors que la charge en nutriments est de 0,25 mg/l pour NH₄, 0,05 mg/l pour NO₂ et 1 mg/l pour NO₃ déterminant une mare de qualité chimique moyenne. Nos calculs donnent des « sa » et « so » d'environ 3,4 pour les trois taxons et une note globale moyenne de 9,5, beaucoup plus faible que l'IPS.

Dans la mare « M 5 », déjà vue plus haut, *Nitzschia dissipata* est dominante dans les récoltes 5,1 et 5,3 dont le « s » est de 4,5 pour un « v » de 3 et donne une note IPS de 15,5 et 14,8 pour une quantité de NO₂ = 0,12 mg/l, de NH₄ = 0,7 mg/l et NO₃ = 17,5 mg/l. Nous avons donc bien une mare de mauvaise qualité malgré un IPS excellent. Or dans notre calcul, le « sa » est de 1,5, le « so » de 1 pour un « v » de 2, ce qui correspond bien à la charge des nutriments ci-dessus et ce qui équilibre les valeurs des trois récoltes de la mare.

Dans la mare « 18 », nous avons trois récoltes dont les IPS sont extrêmement divergents, avec trois taxons dominants : *Eunotia bilunaris* (EBIL) (s = 5), *Fragilaria ulna* var. *ulna* (FULN) (s = 3) et *Achnanthes minutissima* (AMIN) (s = 5). Dans la nouvelle méthode, les indices « sa » sont respectivement de 3,9, 3,8 et 3,3. Comme *Fragilaria ulna* est largement dominant dans la récolte 18,2, compte tenu de sa cote faible on obtient un IPS très faible pour cette récolte, alors que dans la nouvelle méthode les indices

sont plus équilibrés. Ceci reflète bien les charges de nutriments qui sont de 0,04 mg/l pour NO₂, 0,1 mg/l pour NH₄ et 0 pour NO₃ et PO₄. La qualité organique est très légèrement inférieure à la qualité anthropique.

La surqualification des IPS, par rapport à la chimie des eaux et aux indices IMsa et IMso est déjà présente dans la catégorie « valeurs indicatives » 1 des 15 espèces les plus communes. Mais cette surqualification des « s » presque systématiquement de 5, est surtout visible chez les genres *Eunotia* (76,5%) et *Pinnularia* (59%). En effet ces deux genres dont la présence est exceptionnelle en rivière, sont non seulement communs mais dominants dans les mares. D'où semble-t-il une surcotation normale des « s » dans l'IPS des rivières quelle que soit la chimie correspondante. On pourrait avancer au moins deux raisons à ce phénomène :

1) Le milieu en général plus acide des mares par rapport aux rivières, d'où les fréquences et abondances des genres *Eunotia* et *Pinnularia*.

2) La mobilité réduite des *Eunotia* [BERTRAND 1990, 1993, BERTRAND *et al.* 2004] qui ne pourraient pas se maintenir dans le courant rapide des rivières d'où leur rareté.

Une dernière vérification de la viabilité du système IM a été faite en projetant les indices IMsa et IMso sur les types de mares correspondantes de l'AFC (Fig. 8). Dans l'ensemble la cohérence avec les types définis par SAJALOLI & DUTILLEUL [2001] est préservée et la cotation suit assez bien la qualité ou la dégradation du milieu en fonction de l'utilisation ou de la situation des mares dans le paysage forestier, urbain ou champêtre. La moyenne des indices IMso et IMsa par type de mare rapportée à l'AFC montre la décroissance des indices depuis les taillis (haut du graphique) vers les prairies et les champs (bas du graphique) conformément aux conclusions du chapitre « chimie » qui définit l'axe 2 comme celui de l'anthropisation, minimum du côté positif de l'axe et maximum du côté négatif. Par contre, si l'on considère les indices particuliers, les mares extérieures de bâtiments placées sur l'axe 1 devraient être inversées avec les routes et autoroutes. Toutefois, comme nous l'avons signalé, la classification incertaine de quelques-unes de ces dernières entache probablement la précision de leurs indices.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Nous avons montré que la qualification des eaux des mares est possible en s'aidant de deux indices complémentaires établis en suivant la procédure de ZELINKA & MARVAN [1961]. Les calculs en sont parfaitement maîtrisables et permettent ainsi de définir simplement une qualité biologique avec deux indices complémentaires.

Le système d'indices présentés ici : IMso et IMsa paraissent parfaitement englober les problèmes de pollution anthropique et répondre aux besoins de qualification des lieux humides, des mares en général et de toutes les eaux dormantes de faibles dimensions y compris dans les tourbières. Toutefois, plusieurs difficultés sont présentes et appellent quelques commentaires.

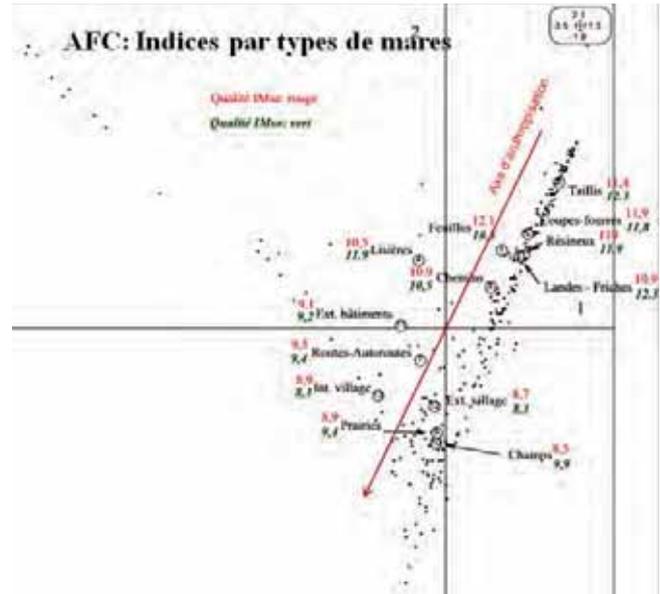


Figure 8. - Projection des valeurs IMsa et IMso sur l'AFC des types de mares correspondantes. "IMsa" and "IMso" values projection on the Correspondence analysis (CA) of corresponding pond types.

a) - L'obligation d'avoir deux indices spécifiques, différents de ceux existants tels que l'IPS (qui ne convient que dans le cas de mares particulièrement polluées), ou différents de tout autre indice spécifique des rivières. De plus nous ne sommes pas certains que l'application de ces indices IM dans le cas des lacs soit possible du fait des peuplements nettement différents des mares.

b) - L'obligation de procéder à plusieurs récoltes sur des substrats différents dans chaque mare est essentielle. Il nous semble important de ne pas mélanger les différentes récoltes de chaque mare avant de procéder aux préparations et aux comptages. D'où un surcroît de travail de préparation.

c) - La difficulté voire l'impossibilité de définir clairement des classes de qualification moyenne comme dans le système IPS, du fait de la distribution générale asymptotique des nutriments qui nous oblige à fixer les intervalles de classes en fonction des médianes (et non des moyennes).

Remerciements. - Les auteurs remercient l'Association Loiret, Nature, Environnement (LNE) pour le soutien et l'organisation sans lesquels le programme « Valmares » n'aurait pu être réalisé. Sont remerciés également : la Région Centre, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, l'Office National des Forêts, La Direction Régionale de l'Environnement et le GAL Forêt d'Orléans-Loire-Sologne pour leur participation financière. Nos remerciements vont également à M. Coste pour ses conseils éclairés ainsi qu'à M. Ferréol du CEMAGREF pour son aide précieuse. Nous remercions aussi les examinateurs anonymes en charge de l'évaluation et de la correction du manuscrit pour leurs conseils et judicieuses suggestions.

Références bibliographiques

AFNOR, 2004. - *Qualité écologique des milieux aquatiques. Qualité de l'eau. Détermination de l'indice biologique global normalisé (IBGN)*. Association française de normalisation, Norme homologuée T 90-350.
BERTRAND J., 1990. - La vitesse de déplacement des diatomées. *Diatom Research*, 5 (2) : 223 - 239.
BERTRAND J., 1993. - Mouvements des diatomées III – Le pivotement

polaire vertical de *Eunotia pectinalis* (Kütz.) Rab. Essai de quantification des forces. *Cryptogamie Algologie*, 14 (4) : 157 - 172.
BERTRAND J., RENON J.-P., MONNIER O. & ECTOR L., 2004. - Relations "Diatomées épiphytes-Bryophytes" dans les tourbières du Mont Lozère (France). *Vie et Milieu*, 54 (2-3) : 59 - 70.
BERTRAND J., GAVAND S., RISSER S. & MILOT E., 2007. - Etude écologique d'une micro-zone humide (mare artificielle) et

- analyse de ses variations au cours d'une année. *Symbioses*, nouvelle série, 19 : 35 - 41.
- BERTRAND J., BERGER A., GAVAND S., LEQUIVARD L., MILLOUET J.C., PINNEAU X., RENON J.P. & THOMAS A., 2010. - *Etude écologique de 130 mares de l'Orléanais (Région Centre). Création d'indices de qualité des eaux*. Valmares – Programme scientifique (2007-2010), Loiret Nature Environnement, 106 p. + annexe 34 p.
- BERTRAND J., ECTOR L. & RENON J.-P., 2013. - Diatomées des mares. I. 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 ; II - Etudes préliminaires de l'écologie des mares permanentes et éphémères de la région Centre (France). *Journal de Botanique*, 66 : 65 - 84.
- BLANCO S., ECTOR L. & BÉCARES E., 2004. - Epiphytic diatoms as water quality indicators in Spanish shallow lakes. *Vie et Milieu*, 54 (2-3) : 71 - 79.
- BODIN C., 2001. - *Flore et végétation des mares du département du Cher*. Nature 18, 28 p.
- CEMAGREF, 1982. - *Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux*. Rapport Q. E. Lyon, Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse-CEMAGREF, Lyon 218 p.
- DESCY J.-P., 1979. - A new approach to water quality estimation using diatoms. *Nova Hedwigia*, 64 : 305 - 323.
- DOLEDEC D. & CHESSEL L., 1989. - Rythmes saisonniers et composantes stationnelles en milieu aquatique. II – Prise en compte et élimination d'effets dans un tableau faunistique. *Acta Oecologia. Oecologia Generalis*, 10 (3) : 207 - 232.
- FERNANDEZ-ÁLAEZ C., FERNANDEZ-ÁLAEZ M. & BÉCARES E., 1992. - Utilisation de deux indices chimiques (ICG et ISQA) dans la détermination de la qualité de l'eau de plusieurs rivières espagnoles. *Hydroécologie Appliquée*, 4 : 37 - 47.
- GERMAIN H., 1981. - *Flore des diatomées (diatomophycées) eaux douces et saumâtres du massif Armoricaïn et des contrées voisines d'Europe occidentale*. Société nouvelle des éditions Boubée, 444 p.
- HAMARD N., LEPILLER M. & MONTIEGE O., 2001. - *Fonctionnement physico-chimique des mares*. Université d'Orléans, ESEM, ISTO, 45 p.
- IVOL-RIGAULT J.-M., 1998. - *Hydro-écotopes et variabilité des communautés du macrobenthos sur le bassin de la Loire. Essai de typologie régionale et référentiel faunistique*. Thèse de l'Université de Lyon I, 139 p.
- KITNER M. & POULÍKOVÁ A., 2003. - Littoral diatoms as indicators for the eutrophication of shallow lakes. *Hydrobiologia*, 506-509: 519 - 524.
- KRAMMER K., 1992. - *Pinnularia* : eine Monographie der europäischen Taxa. *Bibliotheca Diatomologica*, 26 : 1-353.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1986. - *Bacillariophyceae. Teil 1 : Naviculaceae*. In Ettl H. Gerloff, J. Heyning & H Mollenhauer. D eds Süßwasserflora von Mitteleuropa 2 (1). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 876 p.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1988. - *Bacillariophyceae. Teil 2 : Epithemiaceae, Surirellaceae*. In Ettl H. Gerloff, J. Heyning & H Mollenhauer. D (eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2 (2). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 596 p.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1991a. - *Bacillariophyceae. Teil 3 : Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. In Ettl H. Gerloff, J. Heyning & H Mollenhauer. D (eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2 (3). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 876 p.
- KRAMMER K. & LANGE-BERTALOT H., 1991b. - *Bacillariophyceae. Teil 4 : Achnantheaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema*. In Ettl H. Gerloff, J. Heyning & H Mollenhauer. D (eds), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2 (4). Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 437 p.
- LANGE-BERTALOT H., 1993. - *85 Neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Vol. 2 (1-4). J. Cramer ed., Berlin, Stuttgart, 454 p.
- LABROUE L., CAPBLANCQ J. & DAUTA A., 1995. - *Cycle des nutriments : l'azote et le phosphore*. In Pourriot R. & Meybeck M. eds, *Limnologie générale*. Collection d'Ecologie 25, Masson, Paris, pp. 727-764.
- LANGE-BERTALOT H., 1979. - Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Beihfte zur Nova Hedwigia*, 64: 285 - 304.
- LANGE-BERTALOT H., 1993. - *85 neue Taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Vol. 2 (1-4). J. Cramer ed. Berlin, Stuttgart, 454 p.
- LECLERCQ L., 1995. - Application d'indices chimique et diatomique de la qualité des eaux courantes utilisant les peuplements de diatomées d'une station d'épuration par lagunage à microphytes-macrophytes (Doische, Prov. Namur, Belgique). *Vie et Milieu*, 45 (3/4) : 187 - 198.
- LECLERCQ L. & MAQUET B., 1987. - Deux nouveaux indices diatomiques et de qualité chimique des eaux courantes. Comparaison avec différents indices existants. *Cahiers de Biologie Marine*, 28 : 303 - 310.
- LECOINTE C., COSTE M. & PRYGIEL J., 1993. - "OMNIDIA 5.3": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia*, 269/270: 509 - 513.
- MEYBECK M., 1986. - Composition chimique des ruisseaux non pollués de France. *Sciences Géologiques, Bulletin*, 39 (1) : 3 - 77.
- MILOT E., 2002. - *Vers la recherche d'un indicateur de qualité des micro-zones humides : étude physico-chimique et microscopique des eaux de mares du canton de Châteauneuf-sur-Cher (Cher)*. Mémoire de DEA Aménagement, Développement, Environnement sous la direction de Bertrand Sajaloli, Université d'Orléans, 131 p.
- MILOT E., BERTRAND J., RENON J.-P. & LEPILLER M., 2006. - Etude préliminaire d'essai de qualification des eaux des mares par l'IBD. *Symbioses*, nouvelle série, 14 : 15 - 20.
- MINGO J., 1981. - *La vigilancia de la contaminación fluvial I. Tratamiento de los datos de control analítico*. M.O.P.U.
- ØERTLI B., AUDESSET JOYE D., CASTELLA E., JUGE R. & LACHAVANNE J.B., 2000. - *Diversité biologique et typologie écologique des étangs et petits lacs de Suisse*. Genève, Université de Genève, Laboratoire d'Ecologie et de Biologie Aquatique & Office Fédéral de l'Environnement, des Forêts et du Paysage (OFEPF), 434 p.
- PRYGIEL J. & COSTE M., 1993. - Utilisation des indices diatomiques pour la mesure de la qualité des eaux du bassin Artois-Picardie : bilan et perspectives. *Annales Limnologiques*, 29 (3-4) : 129 - 145.
- 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 pl. + cd rom TAX'IBD français/anglais.
- QUERALT R., 1982. - La calidad de las aguas en los ríos. *Tecnología del agua*, 4 : 49 - 57.
- ROTT E., HOFMANN G., PALL K., PFISTER P. & PIPP E., 1997. - *Indikationslisten für Aufwuchsalgen in österreichischen Fließgewässern. Teil 1: Saprobienle Indikation*. (Indicator species lists for periphyton in Austrian rivers. Part 1: Saprobic indication.) 73 pp. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium f. Land-u. Wien. (ISBN 3-85 174-017-03.)
- SAJALOLI B., 1998. - *Les mares, des potentialités environnementales à révaloriser*. Rapport annuel du PNRZH, Centre de Biogéographie-Ecologie de l'Ecole Normale Supérieure Lettres Sciences Humaines (UMR 8505 CNRS –ENS LSH), 91 p.
- SAJALOLI B. & DUTILLEUL C., 2001. - *Les Mares, des potentialités environnementales à conserver, rapport final*. Centre de Biogéographie-Ecologie UMR 8505 CNRS – ENS LSH. 103 p.
- STENGER-KOVÁCS G., BUCZKÓ K., HAJNAL E. & PADISAK J., 2007. - Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) developed in Hungary. *Hydrobiologia*, 589: 141 - 154.
- THIOULOUSE J., CHESSEL D., DOLEDEC S. & OLIVIER J.M., 1997. - ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Statistics and Computing*, 7 : 75 - 83.
- 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*, 28:117 - 133.
- WASSON J.G., 1996. - Structures régionales du Bassin de la Loire. *La Houille Blanche*, 6/7 : 25 - 31.
- ZELINKA M. & MARVAN P., 1961 - Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*, 57 : 1 - 38.

Taxons	Feuillus	Résineux	Taillis	Lisières	Coupes-Fourrés	Landes - Friches	Routes - Autoroutes	Chemins	Prairies	Champs	Extérieurs bâtiments	Extérieurs villages	Intérieurs de villages
<i>Achmanthes biasolettiana</i> Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-
<i>Achmanthes catenata</i> J. Bílý & Marvan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-
<i>Achmanthes coarctata</i> (Brébisson) Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Achmanthes exilis</i> Kützing	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Achmanthes hungarica</i> (Grunow) Grunow in Cleve & Grunow	2,8	1,8	0,1	0,8	-	0,3	-	0,5	11,0	2,5	1,3	0,8	0,1
<i>Achmanthes kranzii</i> Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Krammer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-
<i>Achmanthes laevis</i> Østrup	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Achmanthes lanceolata</i> (Brébisson) Grunow in Van Heurck var. <i>lanceolata</i>	0,3	0,1	0,1	0,6	0,2	0,1	0,7	0,6	5,4	9,7	1,0	1,8	1,4
<i>Achmanthes lanceolata</i> ssp. <i>dubia</i> (Grunow) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Achmanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i> var. <i>rostrata</i> (Østrup) Hustedt	-	-	-	2,1	0,1	0,4	0,4	0,1	2,1	-	0,2	1,5	0,1
<i>Achmanthes lutheri</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-
<i>Achmanthes minutissima</i> Kützing var. <i>minutissima</i>	9,6	8,2	2,7	14,2	6,7	14,5	18,0	10,5	6,6	2,2	12,3	3,5	8,4
<i>Achmanthes minutissima</i> var. <i>affinis</i> (Grunow) Lange-Bertalot	-	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,4	-
<i>Achmanthes minutissima</i> var. <i>gracillima</i> (F. Meister) Lange-Bertalot	3,0	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achmanthes minutissima</i> var. <i>jackii</i> (Rabenhorst) Lange-Bertalot & Ruppel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	2,6
<i>Achmanthes minutissima</i> var. <i>saprophila</i> H. Kobayasi & Mayama	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	0,7	-	-	2,8	3,1
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	-	-	-	3,1	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,9	0,2	-	0,2	-
<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow in Schmidt et al.	0,1	0,2	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	0,2	4,4	3,3
<i>Amphora veneta</i> Kützing	0,1	0,2	-	-	-	-	0,2	0,0	2,6	0,9	0,2	0,1	-
<i>Anomoeoneis brachysira</i> (Brébisson in Rabenhorst) Cleve	-	0,4	3,3	0,3	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> Pfitzer	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-
<i>Aulacoseira crenulata</i> (Ehrenberg) Thwaites	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	1,0	-	-	-
<i>Aulacoseira distans</i> (Ehrenberg) Simonsen	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,5	2,0
<i>Aulacoseira pfaffiana</i> (Reinsch) Krammer	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	0,4	0,1	0,2	-
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	0,1	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg var. <i>placentula</i>	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenberg) Grunow	-	-	-	-	-	-	-	0,2	2,9	-	0,4	4,8	-
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenberg) Van Heurck	-	-	-	0,4	-	-	0,7	-	1,0	2,3	0,3	0,7	1,9
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	0,9
<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	1,0	0,8
<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	5,4
<i>Cyclotella radiosa</i> (Grunow) Lemmermann	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3
<i>Cyclotella woltereckii</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W. Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,2	-
<i>Cymbella aequalis</i> W. Smith in Greville	-	0,1	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella angustata</i> (W. Smith) Cleve	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-
<i>Cymbella caespitosa</i> (Kützing) Brun	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	1,3
<i>Cymbella cesatii</i> (Rabenhorst) Grunow in Schmidt et al.	-	-	-	1,0	-	7,2	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella cistula</i> (Hemprich in Hemprich & Ehrenberg) Kirchner	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Cymbella falaisensis</i> (Grunow) Krammer & Lange-Bertalot	-	-	-	1,1	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella gracilis</i> (Ehrenberg) Kützing	0,3	1,3	3,5	-	5,0	4,3	-	0,8	-	-	-	-	-
<i>Cymbella incerta</i> (Grunow) Cleve	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella mesiana</i> Cholnoky	0,7	0,7	0,2	0,6	0,3	0,2	-	0,5	-	-	0,3	0,8	-
<i>Cymbella microcephala</i> Grunow in Van Heurck	-	-	-	0,2	-	-	2,1	-	-	-	1,0	-	0,7
<i>Cymbella minuta</i> Hilse ex Rabenhorst	0,1	0,1	-	0,3	0,3	2,3	-	0,2	-	-	0,5	1,6	0,6
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auerswald ex Heiberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Cymbella prostrata</i> (Berkeley) Cleve	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch in Rabenhorst	0,7	0,4	-	0,7	2,1	0,1	-	0,3	0,1	0,1	0,5	0,5	0,3
<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson ex Kützing) Van Heurck	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-
<i>Denticula tenuis</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epithemia sorex</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	1,4	-	-	0,1	-	-	0,3
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kützing	0,1	-	-	0,1	-	-	0,1	-	0,3	1,5	-	0,2	0,3
<i>Epithemia zebra</i> (Ehrenberg) Kützing	-	-	-	-	-	-	0,4	0,1	0,5	-	0,2	2,5	3,6
<i>Eunotia arculus</i> (Grunow) Lange-Bertalot & Nörpel	0,3	1,0	0,4	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-

Annexe 1. - Récapitulation et des 382 taxons récoltés et répartis dans les 13 types de mares. Summarization of the 382 taxa collected and spread in the 13 studied pond types.

<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt var. <i>bilunaris</i>	18,1	14,2	18,4	10,0	18,0	16,1	2,0	19,9	2,1	2,0	1,4	1,4	0,4	
<i>Eunotia bilunaris</i> teratological form	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>mucophila</i> Lange-Bertalot, Nörpel & Alles	1,1	2,6	-	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia circumborealis</i> Lange-Bertalot & Nörpel	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
<i>Eunotia cristagalli</i> Cleve	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia diodon</i> Ehrenberg	-	0,2	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia exigua</i> (Brébisson ex Kützing) Rabenhorst	0,8	1,0	2,3	-	0,4	1,6	-	0,8	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia fallax</i> A. Cleve	0,1	-	0,1	2,8	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia flexuosa</i> (Brébisson) Kützing	1,4	0,3	-	0,4	0,0	0,3	-	0,5	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-
<i>Eunotia glacialis</i> F. Meister	0,1	0,1	1,1	0,1	1,1	0,1	0,2	-	-	0,2	0,0	-	-	-
<i>Eunotia implicata</i> Nörpel, Alles & Lange-Bertalot	4,4	4,8	3,7	2,3	1,0	0,4	0,5	1,0	-	-	0,7	-	0,1	
<i>Eunotia incisa</i> W. Gregory	1,1	0,7	4,2	0,6	1,7	1,5	-	0,1	-	-	-	-	-	0,1
<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in Van Heurck	1,0	0,9	4,4	1,8	1,7	2,3	0,2	4,3	0,3	0,3	0,2	0,2	-	-
<i>Eunotia monodon</i> Ehrenberg var. <i>monodon</i>	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Eunotia monodon</i> var. <i>bidens</i> (W. Gregory) Hustedt	0,4	-	0,2	-	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia muscicola</i> var. <i>tridentula</i> Nörpel & Lange-Bertalot	-	-	0,7	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia naegeli</i> Migula	2,3	3,3	2,3	5,6	4,8	0,9	-	1,6	-	-	0,2	1,3	-	-
<i>Eunotia naegeli</i> teratological form	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia paludosa</i> Grunow var. <i>paludosa</i>	-	0,1	0,5	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia paludosa</i> var. <i>trinacria</i> (Krasske) Nörpel & Alles	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia parallela</i> Ehrenberg	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst	4,6	2,4	1,3	1,3	0,2	1,3	0,4	0,5	0,1	0,9	-	-	0,8	
<i>Eunotia pirla</i> J.R. Carter & Flower	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Eunotia praerupta</i> Ehrenberg	2,0	0,1	0,8	0,1	0,2	0,3	0,1	0,9	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia rhomboidea</i> Hustedt	-	-	0,4	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia septentrionalis</i> Østrup	2,6	0,3	0,1	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	0,1	
<i>Eunotia soleirolii</i> (Kützing) Rabenhorst	0,7	0,2	1,7	0,4	0,8	0,2	0,1	0,5	-	0,6	-	-	-	-
<i>Eunotia steinecke</i> J.B. Petersen	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eunotia tenella</i> (Grunow) Hustedt in Schmidt et al.	0,2	0,6	1,2	-	1,5	0,1	-	0,6	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria bidens</i> Heiberg	-	-	-	-	-	-	4,8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>elliptica</i> Héribaud	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	3,7	-	-
<i>Fragilaria capucina</i> ssp. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	0,1	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i> (Østrup) Hustedt	0,8	-	1,0	0,3	0,6	4,5	2,2	1,3	-	-	0,2	0,3	1,4	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst) Rabenhorst	-	0,9	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	0,3	0,7	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>perminuta</i> (Grunow) Lange-Bertalot	0,5	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,4	0,6	-	0,1	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	0,2	-	-	0,6	0,2	0,5	1,2	0,1	0,7	0,8	0,1	0,1	0,2	
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow f. <i>construens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i> (Ehrenberg) Hustedt	-	0,5	0,7	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,2	-	
<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	
<i>Fragilaria delicatissima</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	0,6	0,3	0,5	0,5	0,6	0,6	-	-	-	-	0,1	-	-	
<i>Fragilaria elliptica</i> Schumann	0,1	-	-	4,1	-	0,8	-	0,2	0,3	0,1	6,8	2,6	1,1	
<i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot	0,3	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,3	-	0,6	
<i>Fragilaria nitzschioides</i> Grunow in Van Heurck	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	
<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bertalot	1,4	-	-	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,2	0,9	1,5	-	
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange-Bertalot var. <i>ulna</i>	2,4	-	-	0,2	-	0,1	0,2	0,1	1,1	1,6	0,3	0,4	0,1	
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	0,2	-	-	0,1	-	-	0,2	-	-	0,1	-	0,5	4,0	
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>crassinervia</i> (Brébisson in W. Smith) R. Ross	0,2	2,2	2,6	0,2	1,6	1,8	-	0,4	-	-	-	-	-	
<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>saxonica</i> (Rabenhorst) De Toni	0,2	-	0,3	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	0,1	-	-	-	
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	2,2	-	0,4	0,2	0,6	-	0,5	0,2	0,6	0,7	-	0,2	0,1	
<i>Gomphonema acutiusculum</i> (O. Müller) Cleve-Euler	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	
<i>Gomphonema affine</i> Kützing	0,6	0,2	-	1,4	0,5	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	0,4	
<i>Gomphonema amoenum</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	
<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	-	-	0,2	0,1	0,1	0,2	0,7	-	0,1	1,1	
<i>Gomphonema angustum</i> C. Agardh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	0,2	
<i>Gomphonema auritum</i> A. Braun ex Kützing	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Gomphonema bohemicum</i> Reichelt & Fricke in Schmidt et al.	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	0,9	-	-	0,8	0,1	0,1	1,3	2,7	2,3	2,7	0,2	0,5	0,7	
<i>Gomphonema constrictum</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	-	-	0,1	
<i>Gomphonema exiguum</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	0,7	-	-	-	-	-	
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	1,1	1,7	10,1	1,1	3,2	1,8	2,1	1,1	0,2	0,1	0,6	1,7	0,4	
<i>Gomphonema insigne</i> W. Gregory	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	
<i>Gomphonema minutum</i> (C. Agardh) C. Agardh	-	-	-	-	0,9	-	-	-	0,1	-	0,1	-	-	
<i>Gomphonema parallelstriatum</i> Lange-Bertalot & E. Reichardt	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Gomphonema parvulum</i> Kützing var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	7,0	7,8	4,9	7,2	10,7	4,2	12,9	9,0	9,7	9,8	6,8	8,9	3,4	

Annexe 1 (suite). - Récapitulation et des 382 taxons récoltés et répartis dans les 13 types de mares. *Summarization of the 382 taxa collected and spread in the 13 studied pond types.*

<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>exilissimum</i> Grunow in Van Heurck	0,1	-	-	-	0,8	-	-	0,1	0,1	-	0,1	-	0,1
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>saprophilum</i> Lange-Bertalot & E. Reichardt	-	0,4	-	-	0,2	-	3,3	-	0,6	-	0,2	-	0,7
<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Gomphonema pseudotenellum</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) E. Reichardt & Lange-Bertalot	-	-	-	0,3	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow in Van Heurck) Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	0,1	-
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,6	-	0,4	-
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	-	-	0,3	-	-	0,3	-	0,1	0,2	-
<i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bertalot	-	-	-	0,2	-	-	0,3	0,1	0,1	-	-	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	-	-	-	1,0	0,1	0,1	0,3	0,1	-	0,2
<i>Hantzschia elongata</i> (Hantzsch) Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Melosira varians</i> C. Agardh	-	-	-	-	-	-	-	0,2	1,7	0,1	0,2	0,4	-
<i>Meridion constrictum</i> Ralfs	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula absoluta</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Navicula accomoda</i> Hustedt	-	-	-	0,2	-	-	0,3	-	0,2	0,2	1,3	-	-
<i>Navicula atomus</i> (Kützing) Grunow	-	0,1	-	-	0,1	-	0,8	0,2	0,2	-	0,5	0,1	0,7
<i>Navicula begeri</i> Krasske	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula capitata</i> (Ehrenberg) R. Ross	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	-	-	-
<i>Navicula capitatoradiata</i> H. Germain	0,2	-	-	0,5	-	-	-	0,9	1,6	0,7	0,4	0,3	0,6
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs in Pritchard	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,5	-	-	-
<i>Navicula cohnii</i> (Hilse) Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	-	0,1	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0,1	-
<i>Navicula contenta</i> Grunow in Van Heurck	0,2	-	-	-	-	-	1,4	0,3	-	-	0,1	-	0,1
<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	0,5	0,3	-	1,1	0,2	0,3	2,3	0,5	0,2	2,6	2,8	3,9	1,4
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot in Krammer & Lange-Bertalot	0,1	-	-	-	-	0,2	-	-	1,5	0,9	0,4	0,3	0,3
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	0,1	0,2	-	1,6	-	-	1,6	0,1	0,1	2,0	0,4	1,5	0,1
<i>Navicula cuspidata</i> (Kützing) Kützing var. <i>cuspidata</i>	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	0,2	0,1	0,2
<i>Navicula cuspidata</i> var. <i>ambigua</i> (Ehrenberg) Cleve	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,1	-	0,3	-	-
<i>Navicula cuspidata</i> var. <i>heribaudii</i> Peragallo in Héribaud	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula festiva</i> Krasske	-	0,5	0,6	-	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Navicula goeppertiana</i> (Bleisch ex Rabenhorst) H.L. Smith	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,3	-	-
<i>Navicula gregaria</i> Donkin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Navicula halophila</i> (Grunow in Van Heurck) Cleve	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-
<i>Navicula hustedtii</i> Krasske	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula ignota</i> var. <i>acceptata</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
<i>Navicula insociabilis</i> Krasske	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula joubaudii</i> H. Germain	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	1,2	2,7	-	-	-
<i>Navicula lanceolata</i> (C. Agardh) Ehrenberg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Navicula mediocris</i> Krasske	-	1,8	0,4	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula menisculus</i> Schumann	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,4	4,1	0,4
<i>Navicula microcari</i> Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula minima</i> Grunow in Van Heurck	6,0	4,8	1,1	7,4	1,3	2,3	4,9	8,6	8,5	14,8	9,3	7,2	3,4
<i>Navicula molestiformis</i> Hustedt	0,2	0,2	-	0,4	0,3	0,3	1,1	0,4	1,2	2,6	0,5	0,1	-
<i>Navicula mutica</i> var. <i>ventricosa</i> (Kützing) Cleve & Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Navicula muticopsis</i> Van Heurck	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula pelliculosa</i> (Kützing) Hilse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,3
<i>Navicula perminuta</i> Grunow in Van Heurck	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula pseudobryophila</i> Hustedt	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula pupula</i> Kützing	0,5	0,3	-	0,3	-	0,1	0,4	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1
<i>Navicula pygmaea</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	0,1	-	-	0,2	0,4	0,4	0,9	0,2	1,1	0,5	0,0	1,4	1,0
<i>Navicula radiosafallax</i> Lange-Bertalot	0,1	-	7,1	0,2	-	3,0	0,7	-	0,4	0,1	-	0,5	-
<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Navicula saprophila</i> Lange-Bertalot & Bonik	0,3	0,2	-	0,2	0,8	0,2	7,5	0,4	1,6	2,8	9,1	0,1	2,1
<i>Navicula seminum</i> Grunow	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-
<i>Navicula soehrensii</i> Krasske	0,1	-	0,1	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula subminuscula</i> Manguin	0,1	-	-	0,1	-	-	-	-	3,6	1,5	0,1	0,1	0,2
<i>Navicula suchlandtii</i> Hustedt	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Navicula tenelloides</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Navicula tridentula</i> Krasske	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,7	-
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	0,1	-	-	0,2	-	-	-	-	0,7	0,8	4,2	0,2	0,8
<i>Navicula veneta</i> Kützing	-	-	-	0,5	-	-	-	-	0,3	0,7	0,7	0,3	0,3
<i>Navicula wildii</i> Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neidium alpinum</i> Hustedt	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer in Krammer & Lange-Bertalot	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neidium hercynicum</i> Ant. Mayer	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neidium productum</i> (W. Smith) Cleve	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	-	0,1	-	-	-	0,1	-
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2	-	-	0,2	0,2	2,8
<i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bertalot	0,9	3,4	1,7	1,0	5,2	3,5	0,7	1,9	0,1	0,5	0,4	-	2,5

Annexe 1 (suite). - Récapitulation et des 382 taxons récoltés et répartis dans les 13 types de mares. *Summarization of the 382 taxa collected and spread in the 13 studied pond types.*

<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	-	0,1	-	-	-	-	-	0,3	-	1,5	1,1	0,9	4,0	1,3
<i>Nitzschia angustata</i> (W. Smith) Grunow	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia bryophila</i> (Hustedt) Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2
<i>Nitzschia communata</i> Grunow	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1
<i>Nitzschia constricta</i> (W. Gregory) Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-
<i>Nitzschia debilis</i> (Arnott in O'Meara) Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst	0,2	0,1	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	0,4	1,2	5,2
<i>Nitzschia draveillensis</i> M. Coste & Ricard	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,6
<i>Nitzschia dubia</i> W. Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow in Van Heurck	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	0,1	-	0,2	-	-
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	0,3	-	0,7	-	-	0,2	2,3	1,4	0,5	-	-
<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	-
<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	-	-	-	0,2	-	1,9	1,0	1,7	0,1	-	-	1,8	0,6	-
<i>Nitzschia hungarica</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	0,5	1,1	-	-	-
<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-
<i>Nitzschia intermedia</i> var. <i>robusta</i> Hustedt	-	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia linearis</i> (C. Agardh) W. Smith var. <i>linearis</i>	-	-	-	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,3
<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>tenuis</i> (W. Smith) Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia modesta</i> Hustedt ex Brendemuhl	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	-	-	-	-
<i>Nitzschia obtusa</i> W. Smith	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	0,9	0,9	-	1,0	0,7	1,2	2,3	1,5	7,1	2,0	8,2	4,9	6,9	-
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow in Van Heurck	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,6	-	-
<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt	0,1	2,5	1,6	2,4	4,6	2,1	0,9	4,6	-	-	0,9	1,0	0,5	-
<i>Nitzschia permimuta</i> (Grunow in Van Heurck) Peragallo	2,4	2,0	0,5	3,7	2,3	4,7	3,8	6,7	4,2	0,7	6,2	1,4	1,9	-
<i>Nitzschia prolongata</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia pseudofonticola</i> Hustedt	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia pumila</i> Hustedt	-	0,9	0,7	-	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch ex Rabenhorst	-	-	-	0,7	-	-	1,9	-	-	0,5	0,2	0,4	-	-
<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-
<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i> (Grunow in Van Heurck) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,3	0,9	-
<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	-	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-	0,2	-	0,1	-
<i>Nitzschia tubicola</i> Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia appendiculata</i> var. <i>amaniana</i> Krammer	0,2	0,7	-	-	0,2	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia braunii</i> (Grunow) Cleve	-	0,2	0,3	0,3	0,1	0,2	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-
<i>Pinnularia brebissonii</i> (Kützing) Rabenhorst	-	-	-	-	0,3	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia brevicostata</i> Cleve	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia divergens</i> W. Smith	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia divergentissima</i> var. <i>capitata</i> Hustedt	-	-	-	0,2	0,1	0,1	-	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	0,2	0,4	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,8	0,2	-	-
<i>Pinnularia jocolata</i> (Manguin) Krammer	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia legumen</i> Ehrenberg	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia mesolepta</i> (Ehrenberg) W. Smith	-	-	-	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve	0,2	0,2	0,3	0,1	0,5	0,4	-	0,2	0,2	0,1	-	0,8	-	-
<i>Pinnularia neomajor</i> Krammer	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	-	0,2	-	0,3	0,1	-	-	-
<i>Pinnularia nodosa</i> (Ehrenberg) W. Smith	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia obscura</i> Krasske	0,2	0,1	0,3	0,1	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia silvatica</i> J.B. Petersen	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia sinistra</i> Krammer	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>elongata</i> Krammer	0,1	-	0,4	0,2	-	0,1	-	0,1	-	0,1	-	-	-	-
<i>Pinnularia subcapitata</i> W. Gregory var. <i>subcapitata</i>	2,1	2,1	2,6	1,2	8,7	0,9	0,3	0,8	0,1	1,4	0,0	0,1	-	-
<i>Pinnularia viridiformis</i> Krammer	0,4	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	-	0,3	-	-	0,1	-	-	-
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,1	-	-	-	0,1	-	-	-	-
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C. Agardh) Lange-Bertalot	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	0,5	0,3	-
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O. Müller	-	-	-	0,9	-	-	0,8	-	0,1	-	0,2	0,3	0,2	-
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	0,1	0,3	0,6	0,2	0,1	0,1	0,7	0,1	-	0,2	-	-	-	-
<i>Stauroneis anceps</i> f. <i>gracilis</i> Rabenhorst	-	-	-	0,4	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	-	-	-
<i>Stauroneis gracilis</i> Ehrenberg	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-
<i>Stauroneis kriegeri</i> R.M. Patrick	0,6	1,7	0,1	0,5	0,4	0,4	1,6	1,2	0,7	0,8	0,9	0,1	0,1	-
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	-	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stenopterobia curvula</i> (W. Smith) Krammer in Lange-Bertalot & Krammer	-	-	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stenopterobia delicatissima</i> (F.W. Lewis) Brébisson ex Van Heurck	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow in Cleve & Grunow	-	-	-	-	-	-	-	-	0,4	-	-	0,1	0,3	0,6
<i>Surirella angusta</i> Kützing	0,1	-	-	0,2	0,1	-	0,1	0,2	0,4	1,0	0,6	0,1	0,5	-
<i>Surirella minuta</i> Brébisson	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	0,1
<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-
<i>Surirella ovata</i> Kützing	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3	-	-	-	-	-
<i>Surirella venusta</i> Østrup	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	0,9	0,7	1,5	0,0	0,4	0,8	-	0,9	-	-	-	-	-	-
<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	1,0	4,1	2,3	0,4	0,2	2,4	-	0,9	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira pseudonana</i> Hasle & Heimdal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8	-	4,1	0,4	-
Total (%)	98,7	98,6	99,4	98,9	98,4	98,9	98,1	98,5	96,0	97,9	97,8	99,1	98,5	-

Annexe 1 (fin). - Récapitulation et des 382 taxons récoltés et répartis dans les 13 types de mares. *Summarization of the 382 taxa collected and spread in the 13 studied pond types.*

Taxon	Code	Mares			Rivières	
		V	SA	SO	V	S
<i>Achnanthes biasolettiana</i>	ABIA	3	1,6	2,5	1	5
<i>Achnanthes catenata</i>	ACTT	3	3,0	1,5	2	4,5
<i>Achnanthes coarctata</i>	ACOA	3	1,3	1,2	3	4,5
<i>Achnanthes daonensis</i>	ADAO	3	5,0	4,0	1	4,5
<i>Achnanthes exigua</i>	AEXG	3	3,0	3,7	2	3
<i>Achnanthes exilis</i>	AEXI	3	2,3	1,0	2	5
<i>Achnanthes hungarica</i>	AHUN	1	2,3	2,9	3	2
<i>Achnanthes kranzii</i>	AKRZ	3	1,0	5,0	1	4,5
<i>Achnanthes laevis</i>	ALVS	3	1,0	1,0	2	5
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>dubia</i>	ALDU	3	3,9	3,7	1	4
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>frequentissima</i>	ALFR	2	3,0	4,0	1	3,4
<i>Achnanthes lanceolata</i> ssp. <i>rostrata</i>	ALAR	3	1,2	1,5	1	4,4
<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>lanceolata</i>	ALAN	1	2,3	2,8	1	4,6
<i>Achnanthes lutheri</i>	ALUT	3	2,0	2,0	1	5
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>affinis</i>	AMAF	3	3,3	4,8	1	5
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>gracillima</i>	AMGR	2	4,0	3,2	1	5
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>jackii</i>	AMJA	3	2,0	1,4	2	5
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>minutissima</i>	AMIN	1	3,3	3,2	1	5
<i>Achnanthes minutissima</i> var. <i>saprophila</i>	AMSA	2	2,2	2,1	1	3
<i>Amphipleura pellucida</i>	APEL	2	3,1	4,0	1	4
<i>Amphora libyca</i>	ALIB	3	1,8	2,6	2	4
<i>Amphora montana</i>	AMMO	3	1,8	2,5	1	2,8
<i>Amphora ovalis</i>	AOVA	2	1,9	2,3	1	3
<i>Amphora pediculus</i>	APED	2	2,1	1,3	1	4
<i>Amphora veneta</i>	AVEN	2	2,2	2,8	2	1
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i>	ASPH	3	2,1	2,4	3	2
<i>Aulacoseira crenulata</i>	AUCR	3	2,2	4,8	1	4,5
<i>Aulacoseira distans</i>	AUDI	3	4,0	1,0	2	4,6
<i>Aulacoseira granulata</i>	AUGR	2	3,8	2,9	1	2,9
<i>Aulacoseira pfaffiana</i>	AUPF	3	5,0	3,0	2	4
<i>Brachysira brebissonii</i>	BBRE	2	1,6	3,1	2	5
<i>Brachysira neoexilis</i>	BNEO	3	4,5	4,0	1	5
<i>Caloneis aerophila</i>	CAER	3	5,0	3,0	0	0
<i>Caloneis bacillum</i>	CBAC	2	2,4	2,6	2	4
<i>Caloneis silicula</i>	CSIL	2	2,0	1,8	1	4,5
<i>Cocconeis pediculus</i>	CPED	3	1,1	3,0	2	4
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	CPLE	2	3,0	2,9	1	3,6
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	CPLI	2	2,8	2,9	1	4
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>placentula</i>	CPLA	3	2,4	4,1	1	4
<i>Cyclostephanos dubius</i>	CDUB	3	1,3	1,4	2	3
<i>Cyclotella atomus</i>	CATO	3	1,8	1,0	1	2
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	CMEN	2	2,2	1,6	1	2
<i>Cyclotella ocellata</i>	COCE	3	4,0	3,0	1	3

Annexe 2. - Extraits de la liste des taxons intégrant les valeurs de V, les « sa », les « so » et les IPS présents dans les mares. *Taxa list including V values, "sa", "so" and IPS values found in ponds.*

<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	CPST	3	3,9	3,0	1	4
<i>Cyclotella radiosa</i>	CRAD	3	3,0	2,0	1	4
<i>Cyclotella woodii</i>	CWOL	3	3,0	2,0	0	0
<i>Cymatopleura elliptica</i>	CELL	3	3,0	2,0	2	5
<i>Cymatopleura solea</i>	CSOL	2	3,1	3,3	2	4
<i>Cymbella aequalis</i>	CAEQ	3	3,7	3,2	2	4,6
<i>Cymbella amphicephala</i>	CAPH	3	3,0	4,0	1	4
<i>Cymbella angustata</i>	CANG	3	3,0	3,0	3	5
<i>Cymbella aspera</i>	CASP	2	3,7	3,6	3	4
<i>Cymbella brehmii</i>	CBRH	3	4,0	1,0	1	4,5
<i>Cymbella caespitosa</i>	CCAE	2	1,8	1,3	2	4
<i>Cymbella cesatii</i>	CCES	2	2,9	4,4	2	5
<i>Cymbella cistula</i>	CCIS	2	2,0	1,9	3	4
<i>Cymbella descripta</i>	CDES	3	4,0	3,0	2	5
<i>Cymbella ehrenbergii</i>	CEHR	3	2,5	3,0	3	4,8
<i>Cymbella falaisensis</i>	CFAL	3	2,9	3,8	2	5
<i>Cymbella gracilis</i>	CGRA	2	2,8	4,1	2	5
<i>Cymbella helvetica</i>	CHEL	3	5,0	1,0	3	5
<i>Cymbella incerta</i>	CINC	3	3,5	3,6	2	5
<i>Cymbella lanceolata</i>	CLAN	3	3,3	3,3	2	4
<i>Cymbella mesiana</i>	CMES	2	3,6	3,6	3	5
<i>Cymbella microcephala</i>	CMIC	2	2,9	2,4	2	4
<i>Cymbella minuta</i>	CMIN	2	3,0	3,3	2	4
<i>Cymbella naviculiformis</i>	CNAV	3	4,3	3,6	3	3,8
<i>Cymbella prostrata</i>	CPRO	2	3,4	3,1	3	4
<i>Cymbella silesiaca</i>	CSLE	2	2,9	3,4	2	5
<i>Cymbella triangulum</i>	CTRG	3	1,5	1,5	3	3
<i>Cymbella tumida</i>	CTUM	3	3,8	1,3	3	3
<i>Denticula tenuis</i>	DTEN	3	4,0	3,0	1	5
<i>Diadesmis contenta</i>	DCOT	2	2,1	1,6	1	4
<i>Diatoma mesodon</i>	DMES	3	4,0	3,6	3	5
<i>Diatoma vulgare</i>	DVUL	3	3,4	2,2	1	4
<i>Diploneis elliptica</i>	DELL	3	1,0	1,0	2	5
<i>Entomoneis paludosa</i>	EPAL	3	3,0	5,0	2	2
<i>Epithemia adnata</i>	EADN	2	3,2	2,9	3	4
<i>Epithemia sorex</i>	ESOR	2	2,1	3,5	2	4
<i>Epithemia turgida</i>	ETUR	2	2,7	3,7	2	5
<i>Eunotia arcus</i>	EARL	2	4,2	2,6	2	4,8
<i>Eunotia arcus</i>	EARC	2	3,8	4,1	3	5
<i>Eunotia bilunaris</i>	EBIL	1	3,9	3,0	2	5
<i>Eunotia bilunaris f. teratologique-anormale</i>	EBIT	3	5,0	3,0	3	1
<i>Eunotia bilunaris var. mucophila</i>	EBMU	3	2,7	2,4	2	5
<i>Eunotia circumborealis</i>	ECIR	3	3,8	4,9	3	5
<i>Eunotia crista-gallii</i>	ECRG	3	1,0	2,6	2	4,5
<i>Eunotia diodon</i>	EDIO	3	4,7	2,8	3	5

Annexe 2.(suite) - Extraits de la liste des taxons intégrant les valeurs de V, les « sa », les « so » et les IPS présentes dans les mares. *Taxa list including V values, "sa", "so" and IPS values found in ponds.*

<i>Eunotia exigua</i>	EEXI	2	3,7	3,3	2	5
<i>Eunotia fallax</i>	EFAL	2	5,0	3,1	2	4
<i>Eunotia flexuosa</i>	EFLE	2	4,1	2,1	2	5
<i>Eunotia formica</i>	EFOR	3	3,6	2,9	1	5
<i>Eunotia glacialis</i>	EGLA	2	4,4	2,8	2	4
<i>Eunotia implicata</i>	EIMP	2	3,4	3,5	2	5
<i>Eunotia incisa</i>	EINC	2	3,6	3,9	1	5
<i>Eunotia intermedia</i>	EUIN	3	5,0	5,0	1	4
<i>Eunotia meisteri</i>	EMEI	3	5,0	5,0	3	5
<i>Eunotia minor</i>	EMIN	1	3,4	2,8	1	4,6
<i>Eunotia monodon</i>	EMON	2	4,0	3,0	2	5
<i>Eunotia monodon</i> var. <i>bidens</i>	EMBI	2	4,0	2,6	0	0
<i>Eunotia muscicola</i> var. <i>tridentula</i>	EMTR	3	2,4	5,0	3	5
<i>Eunotia naegelii</i>	ENAE	2	3,5	3,8	2	5
<i>Eunotia naegelii</i> f. <i>teratologique-anormale</i>	ENAE	3	5,0	3,0	2	5
<i>Eunotia paludosa</i>	EUPA	3	2,8	2,4	1	5
<i>Eunotia paludosa</i> var. <i>trinacria</i>	EPTR	3	5,0	3,0	2	5
<i>Eunotia parallela</i>	EPAR	3	2,2	3,6	2	5
<i>Eunotia pectinalis</i>	EPEC	2	3,6	3,3	2	5
<i>Eunotia pirla</i>	EPIR	3	4,0	4,0	2	5
<i>Eunotia praerupta</i>	EPRA	2	4,2	1,6	1	5
<i>Eunotia rhomboidea</i>	ERHO	3	4,2	3,4	1	5
<i>Eunotia septentrionalis</i>	ESEP	2	4,5	2,4	3	5
<i>Eunotia soleirolii</i>	ESOL	2	3,9	1,9	3	5
<i>Eunotia steineckeii</i>	ESTK	2	1,0	2,1	3	5
<i>Eunotia tenella</i>	ETEN	2	3,2	3,1	1	5
<i>Fragilaria bidens</i>	FBID	3	3,0	2,4	1	5
<i>Fragilaria brevistriata</i>	FBRE	3	1,0	2,0	1	3
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>austriaca</i>	FCAU	3	5,0	5,0	1	5
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capitellata</i>	FCCP	3	5,0	2,0	1	4
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>distans</i>	FCDI	3	2,0	5,0	2	4,8
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	FCGR	2	3,3	2,8	1	4,8
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i>	FCME	2	3,2	2,6	1	4,5
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>perminuta</i>	FCPE	3	2,9	3,3	1	4
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>	FCRP	3	4,6	3,0	1	4
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	FCVA	2	2,1	2,9	1	3,4
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>construens</i>	FCON	3	3,7	4,3	1	4
<i>Fragilaria construens</i> var. <i>venter</i>	FCVE	2	4,4	3,8	1	4
<i>Fragilaria delicatissima</i>	FDEL	2	3,6	3,7	1	4
<i>Fragilaria elliptica</i>	FELL	2	3,1	4,3	1	3
<i>Fragilaria nanana</i>	FNAN	2	3,9	4,2	2	5
<i>Fragilaria nitzschioides</i>	FNIT	3	2,0	5,0	2	5
<i>Fragilaria parasitica</i>	FPAR	3	4,5	1,5	1	4
<i>Fragilaria pinnata</i>	FPIN	3	1,0	2,0	1	4
<i>Fragilaria tenera</i>	FTEN	2	4,2	2,6	2	4

Annexe 2 (suite). - Extraits de la liste des taxons intégrant les valeurs de V, les « sa », les « so » et les IPS présents dans les mares. *Taxa list including V values, "sa", "so" and IPS values found in ponds.*

<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	FUAC	2	3,5	2,3	1	4
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i>	FULN	2	3,8	3,3	1	3
<i>Fragilaria virescens</i>	FVIR	3	4,5	3,5	2	5
<i>Frustulia crassinervia</i>	FCRS	2	2,9	3,7	2	5
<i>Frustulia rhomboides</i>	FRHO	3	3,9	3,6	2	5
<i>Frustulia saxonica</i>	FSAX	2	3,3	4,5	3	5
<i>Frustulia vulgaris</i>	FVUL	2	1,2	2,6	3	4
<i>Gomphonema acuminatum</i>	GACU	2	3,5	3,6	2	4
<i>Gomphonema acutiusculum</i>	GACT	3	2,0	5,0	1	3
<i>Gomphonema affine</i>	GAFF	2	3,2	2,7	3	4
<i>Gomphonema amoenum</i>	GAMO	3	1,0	1,9	2	5
<i>Gomphonema angustatum</i>	GANG	2	1,4	3,9	1	3
<i>Gomphonema angustum</i>	GANT	3	2,9	4,9	1	5
<i>Gomphonema auritum</i>	GAUR	3	3,0	2,0	1	5
<i>Gomphonema bohemicum</i>	GBOH	3	2,0	2,0	1	5
<i>Gomphonema clavatum</i>	GCLA	2	2,4	2,6	1	5
<i>Gomphonema constrictum</i>	GCON	2	3,3	3,5	1	4
<i>Gomphonema exiguum</i>	GEXG	3	2,0	2,0	2	2
<i>Gomphonema gracile</i>	GGRA	1	2,7	4,0	1	4,2
<i>Gomphonema hebridense</i>	GHEB	3	1,0	2,0	2	4
<i>Gomphonema insigne</i>	GINS	3	2,0	5,0	2	4
<i>Gomphonema minutum</i>	GMIN	3	2,9	2,5	1	4
<i>Gomphonema parallelistriatum</i>	GPRL	3	5,0	5,0	0	0
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>exilissimum</i>	GPXS	2	3,5	3,5	1	5
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i>	GPAR	1	2,7	2,8	1	2
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>saprophilum</i>	GPAS	2	2,2	2,4	1	2
<i>Gomphonema pseudoaugur</i>	GPSA	3	2,0	2,0	1	3
<i>Gomphonema pseudotenellum</i>	GPTE	3	5,0	3,0	1	5
<i>Gomphonema pumilum</i>	GPUM	3	2,5	1,5	1	4,5
<i>Gomphonema subclavatum</i>	GSCL	3	2,0	1,8	1	5
<i>Gomphonema truncatum</i>	GTRU	2	2,4	3,5	1	4
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	GYAC	2	3,6	3,4	3	4
<i>Hantzschia abundans</i>	HABU	2	2,5	2,4	2	1,2
<i>Hantzschia amphioxys</i>	HAMP	2	2,1	2,2	3	1,5
<i>Hantzschia elongata</i>	HELO	2	2,4	2,6	3	4
<i>Melosira varians</i>	MVAR	2	2,3	1,8	1	4
<i>Meridion circulare</i>	MCIR	3	4,0	1,3	1	4,2
<i>Navicula absoluta</i>	NABL	3	2,4	1,3	1	4
<i>Navicula accomoda</i>	NACO	2	1,8	1,9	3	1
<i>Navicula agrestis</i>	NAGR	3	3,0	4,0	1	3
<i>Navicula americana</i>	NAME	3	3,7	2,0	2	5
<i>Navicula atomus</i>	NATO	2	1,9	2,0	1	2,2
<i>Navicula bacillum</i>	NBAC	3	1,8	3,0	1	4
<i>Navicula bergeri</i>	NBEG	3	2,2	3,3	1	5
<i>Navicula bremensis</i>	NBRM	3	4,0	4,0	3	4

Annexe 2 (suite). - Extraits de la liste des taxons intégrant les valeurs de V, les « sa », les « so » et les IPS présents dans les mares. *Taxa list including V values, "sa", "so" and IPS values found in ponds.*

<i>Navicula capitata</i>	NCAP	2	1,8	2,8	1	4
<i>Navicula capitatoradiata</i>	NCPR	2	2,5	2,6	2	3
<i>Navicula cari</i>	NCAR	3	1,0	5,0	3	4
<i>Navicula caterva</i>	NCTV	3	2,8	1,0	1	3
<i>Navicula cincta</i>	NCIN	2	1,6	2,7	1	3
<i>Navicula cohnii</i>	NCOH	2	2,9	3,1	2	2
<i>Navicula cryptocephala</i>	NCRY	1	3,0	3,0	2	3,5
<i>Navicula cryptotenella</i>	NCTE	2	2,7	3,1	1	4
<i>Navicula cryptotenelloides</i>	NCTO	2	2,7	2,9	1	3,5
<i>Navicula cuspidata</i>	NCUS	2	2,1	2,2	3	2,6
<i>Navicula cuspidata var. ambigua</i>	NCAM	2	2,5	2,1	3	3
<i>Navicula decussis</i>	NDEC	3	3,3	2,0	2	4,8
<i>Navicula digitoradiata</i>	NDIG	3	1,0	3,0	3	2
<i>Navicula elginensis</i>	NELG	3	2,4	3,2	2	4
<i>Navicula festiva</i>	NFES	2	4,3	3,3	1	5
<i>Navicula gastrum</i>	NGAS	3	3,0	2,0	2	5
<i>Navicula goeppertiana</i>	NGOE	2	1,8	1,0	2	2
<i>Navicula gregaria</i>	NGRE	3	2,2	4,9	1	3,4
<i>Navicula halophila</i>	CHAL	3	1,4	4,9	3	2
<i>Navicula hustedtii</i>	NHUS	3	2,2	4,0	1	3
<i>Navicula ignota var. acceptata</i>	NIAC	3	3,0	1,0	2	4,5
<i>Navicula ignota var. palustris</i>	NIPA	3	1,0	1,0	3	5
<i>Navicula joubaudii</i>	NJOU	2	1,8	4,7	2	3
<i>Navicula laevissima</i>	NLAE	3	2,0	2,6	1	5
<i>Navicula lanceolata</i>	NLAN	2	3,9	3,4	1	3,8
<i>Navicula medioconvexa</i>	NMCV	3	4,5	2,0	1	3
<i>Navicula mediocris</i>	NMED	2	4,1	3,8	2	4
<i>Navicula menisculus</i>	NMEN	2	1,6	2,2	1	4
<i>Navicula minima</i>	NMIN	1	2,6	2,5	1	2,2
<i>Navicula minuscula</i>	NMIS	3	2,7	1,8	1	3
<i>Navicula molestiformis</i>	NMLF	2	2,3	2,3	1	2
<i>Navicula mutica var. ventricosa</i>	NMVE	3	1,8	1,5	3	2
<i>Navicula nivalis</i>	NNIV	3	3,0	2,0	3	5
<i>Navicula oblonga</i>	NOBL	3	4,0	2,0	3	4,5
<i>Navicula occulta</i>	NOCU	3	1,0	3,0	1	4,2
<i>Navicula oligotrphenta</i>	NOLI	3	4,0	4,0	3	4
<i>Navicula pelliculosa</i>	NPEL	3	1,5	2,0	1	3
<i>Navicula perminuta</i>	NPNU	3	3,9	4,0	2	2
<i>Navicula pseudobryophila</i>	NPBY	3	1,5	4,4	1	5
<i>Navicula pupula</i>	NPUP	2	3,3	2,9	2	2,6
<i>Navicula pygmaea</i>	NPYG	3	3,0	3,0	3	2
<i>Navicula radiosa</i>	NRAD	2	3,3	3,4	2	5
<i>Navicula radiosafallax</i>	NRFA	2	2,0	4,2	2	5
<i>Navicula recens</i>	NRCS	3	2,0	2,0	2	2,8
<i>Navicula rhynchocephala</i>	NRHY	2	1,2	1,7	3	4

Annexe 2 (suite). - Extraits de la liste des taxons intégrant les valeurs de V, les « sa », les « so » et les IPS présents dans les mares. *Taxa list including V values, "sa", "so" and IPS values found in ponds.*

<i>Navicula riparia</i>	NRIP	3	3,0	3,7	2	2,5
<i>Navicula saprophila</i>	NSAP	2	2,3	1,7	1	2
<i>Navicula seminulum</i>	NSEM	3	3,1	2,8	2	1,5
<i>Navicula similis</i>	NSIM	3	5,0	3,0	1	4
<i>Navicula soehrensii</i>	NSOR	3	5,0	3,5	3	4
<i>Navicula striolata</i>	NSTL	3	3,0	1,5	3	5
<i>Navicula stroemii</i>	NSTR	3	5,0	2,0	1	5
<i>Navicula subhamulata</i>	NSBH	3	1,4	2,0	1	4
<i>Navicula subminuscula</i>	NSBM	2	2,0	2,0	1	2
<i>Navicula suchlandtii</i>	NSUC	3	3,7	3,7	1	5
<i>Navicula tenelloides</i>	NTEN	3	2,4	1,7	2	3
<i>Navicula tridentula</i>	NTRI	2	4,0	2,9	3	5
<i>Navicula tripunctata</i>	NTPT	2	3,3	1,6	2	4,4
<i>Navicula trivialis</i>	NTRV	2	1,7	1,7	3	2
<i>Navicula veneta</i>	NVEN	2	2,8	3,4	2	1
<i>Navicula viridula</i>	NVIR	3	4,0	4,0	3	3
<i>Navicula wildii</i>	NWIL	3	3,5	5,0	0	0
<i>Neidium affine</i>	NEAF	3	3,5	5,0	3	4
<i>Neidium alpinum</i>	NALP	3	3,4	2,4	2	5
<i>Neidium ampliatum</i>	NEAM	2	3,9	3,8	3	5
<i>Neidium bisulcatum</i>	NBIS	3	2,5	4,0	2	5
<i>Neidium dubium</i>	NEDU	3	5,0	2,5	2	4
<i>Neidium hercynicum</i>	NEHC	3	1,4	3,1	1	5
<i>Neidium productum</i>	NEPR	2	2,9	3,4	2	4
<i>Nitzschia acicularis</i>	NACI	2	1,5	2,9	2	2
<i>Nitzschia acidoclinata</i>	NACD	1	3,1	3,4	1	5
<i>Nitzschia amphibia</i>	NAMP	2	2,2	2,1	2	2
<i>Nitzschia angustata</i>	NIAN	3	2,4	4,3	3	3,8
<i>Nitzschia bremensis</i>	NBMS	3	4,0	1,0	2	2
<i>Nitzschia bryophila</i>	NIBR	3	1,0	1,0	1	3,8
<i>Nitzschia capitellata</i>	NCPL	3	3,3	4,0	3	1
<i>Nitzschia communata</i>	NICO	3	2,3	2,3	3	2
<i>Nitzschia constricta</i>	NZCO	3	2,3	1,9	0	0
<i>Nitzschia debilis</i>	NDEB	2	1,5	2,4	2	2
<i>Nitzschia dissipata</i>	NDIS	2	1,5	1,1	3	4
<i>Nitzschia draveillensis</i>	NDRA	3	1,0	1,0	2	3
<i>Nitzschia dubia</i>	NDUB	2	1,3	2,2	3	2
<i>Nitzschia fonticola</i>	NFON	2	1,9	3,0	1	3,5
<i>Nitzschia frustulum</i>	NIFR	2	2,4	2,1	1	2
<i>Nitzschia fruticosa</i>	NIFT	3	3,0	1,0	2	2
<i>Nitzschia graciliformis</i>	NIGF	3	4,0	3,0	1	2
<i>Nitzschia gracilis</i>	NIGR	3	1,0	2,0	2	3
<i>Nitzschia hantzschiana</i>	NHAN	3	4,0	2,0	2	5
<i>Nitzschia hungarica</i>	NIHU	2	1,4	1,9	2	2,2
<i>Nitzschia intermedia</i>	NINT	3	5,0	5,0	3	1

Annexe 2 (suite). - Extraits de la liste des taxons intégrant les valeurs de V, les « sa », les « so » et les IPS présents dans les mares. *Taxa list including V values, "sa", "so" and IPS values found in ponds.*

<i>Nitzschia lanceolata</i>	NZLA	3	1,0	2,0	2	2,2
<i>Nitzschia levidensis</i>	NLEV	3	4,0	4,0	2	2
<i>Nitzschia linearis</i>	NLIN	2	2,2	2,4	2	3
<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>tenuis</i>	NZLT	3	3,0	4,0	2	3
<i>Nitzschia lorenziana</i>	NLOR	3	3,0	3,7	3	2,5
<i>Nitzschia modesta</i>	NIMD	3	3,5	3,0	2	5
<i>Nitzschia nana</i>	NNAN	3	2,3	2,0	2	4
<i>Nitzschia obtusa</i>	NOBT	3	2,0	2,0	3	2
<i>Nitzschia palea</i>	NPAL	1	2,5	2,5	3	1
<i>Nitzschia paleacea</i>	NPAE	3	3,9	3,1	1	2,5
<i>Nitzschia paleaeformis</i>	NIPF	2	2,8	3,8	2	3
<i>Nitzschia perminuta</i>	NIPM	1	3,1	3,4	1	4,5
<i>Nitzschia prolongata</i>	NPRL	3	3,4	3,0	2	2,5
<i>Nitzschia pseudofonticola</i>	NPSF	3	3,6	4,0	1	2,9
<i>Nitzschia pumila</i>	NPML	2	4,9	4,0	1	5
<i>Nitzschia recta</i>	NREC	2	3,0	3,6	2	3
<i>Nitzschia sigma</i>	NSIG	3	3,5	3,5	3	2
<i>Nitzschia sigmaidea</i>	NSIO	2	2,9	2,6	2	3
<i>Nitzschia sinuata</i> var. <i>delognei</i>	NSDE	2	1,8	1,3	3	3
<i>Nitzschia sociabilis</i>	NSOC	2	2,9	2,4	3	3
<i>Nitzschia tropica</i>	NTRO	3	1,0	5,0	1	3,4
<i>Nitzschia tryblionella</i>	NTRY	3	1,5	2,5	3	2
<i>Nitzschia umbonata</i>	NUMB	3	3,0	2,0	3	1
<i>Pinnularia acrosphaeria</i>	PACR	3	1,0	1,0	3	5
<i>Pinnularia appendiculata</i>	PAPP	2	4,5	3,6	3	5
<i>Pinnularia bertrandii</i>	PBTD	3	2,0	3,0	0	0
<i>Pinnularia borealis</i>	PBOR	2	3,6	3,5	3	5
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>rectangularis</i>	PBRT	3	3,0	2,0	3	5
<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>thuringiaca</i>	PBTH	3	5,0	5,0	2	5
<i>Pinnularia brauniana</i>	PBRN	2	3,3	3,7	3	5
<i>Pinnularia brebissonii</i>	PBRE	2	1,9	2,4	3	4
<i>Pinnularia brevicostata</i>	PBVC	3	2,0	2,1	3	5
<i>Pinnularia cardinalis</i>	PCAR	3	3,0	2,0	2	5
<i>Pinnularia divergens</i>	PDIV	2	3,8	2,5	2	5
<i>Pinnularia divergens</i> var. <i>decrescens</i>	PDDE	3	2,0	5,0	2	5
<i>Pinnularia divergentissima</i>	PDVG	2	3,8	3,0	2	5
<i>Pinnularia frauenbergiana</i>	PFRA	3	5,0	5,0	0	0
<i>Pinnularia gentilis</i>	PGEN	3	3,8	4,0	2	5
<i>Pinnularia gibba</i>	PGIB	1	3,1	3,1	2	5
<i>Pinnularia gibba</i> var. <i>mesogongyla</i>	PGME	3	2,0	2,0	1	5
<i>Pinnularia gibbiformis</i>	PGIF	3	1,0	5,0	3	5
<i>Pinnularia inconstans</i>	PINC	3	1,0	5,0	0	0
<i>Pinnularia interrupta</i>	PINT	3	1,9	1,3	2	5
<i>Pinnularia jocolata</i>	PJOC	3	1,6	5,0	2	5
<i>Pinnularia lapponica</i>	PLAP	3	5,0	3,0	0	0

Annexe 2 (suite). - Extraits de la liste des taxons intégrant les valeurs de V, les « sa », les « so » et les IPS présents dans les mares. *Taxa list including V values, "sa", "so" and IPS values found in ponds.*

<i>Pinnularia legumen</i>	PLEG	3	4,1	4,2	3	4
<i>Pinnularia mesolepta</i>	PMES	2	3,3	3,6	2	5
<i>Pinnularia microstauron</i>	PMIC	2	3,2	3,7	3	2,5
<i>Pinnularia neomajor</i>	PNEO	2	2,9	3,5	2	5
<i>Pinnularia nobilis</i>	PNOB	2	2,6	2,8	2	5
<i>Pinnularia nodosa</i>	PNOD	2	3,2	2,5	2	5
<i>Pinnularia obscura</i>	POBS	2	3,1	2,0	1	3
<i>Pinnularia rostellata</i>	PIRO	3	4,0	2,0	2	5
<i>Pinnularia rupestris</i>	PRUP	3	2,3	4,3	3	4,2
<i>Pinnularia schoenfelderi</i>	PSHO	3	3,0	4,0	1	4,5
<i>Pinnularia silvatica</i>	PSIL	3	4,0	2,0	3	5
<i>Pinnularia sinistra</i>	PSIN	3	2,0	1,0	2	3
<i>Pinnularia stomatophora</i>	PSTO	3	4,3	2,2	2	5
<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>elongata</i>	PSEL	2	3,8	3,0	2	5
<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>subcapitata</i>	PSCA	1	4,0	3,1	2	5
<i>Pinnularia subfalaiseana</i>	PSBF	3	5,0	2,0	0	0
<i>Pinnularia subgibba</i>	PSGI	3	1,8	2,5	2	5
<i>Pinnularia subrostrata</i>	PSRO	3	5,0	3,3	2	4,5
<i>Pinnularia transversa</i>	PTRA	3	3,0	5,0	2	5
<i>Pinnularia viridiformis</i>	PVIF	2	3,2	3,5	2	5
<i>Pinnularia viridis</i>	PVIR	2	3,6	3,3	2	4
<i>Reimeria uniseriata</i>	RUNI	3	5,0	3,0	1	4,5
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	RABB	2	2,3	1,7	1	4
<i>Rhopalodia gibba</i>	RGIB	2	2,8	3,7	1	5
<i>Stauroneis acuta</i>	STAC	3	4,0	5,0	2	5
<i>Stauroneis agrestis</i>	STAG	3	2,0	5,0	1	4
<i>Stauroneis anceps</i>	STAN	2	2,3	2,9	3	5
<i>Stauroneis anceps</i> var. <i>gracilis</i>	SAGR	2	3,1	3,4	3	5
<i>Stauroneis gracilis</i>	SGRC	2	3,0	3,4	2	5
<i>Stauroneis kriegeri</i>	STKR	1	2,7	2,3	2	4,8
<i>Stauroneis phoenicenteron</i>	SPHO	2	4,1	3,3	3	5
<i>Stauroneis producta</i>	SPRO	3	1,0	2,0	2	5
<i>Stauroneis undata</i>	SUND	3	2,8	2,2	2	5
<i>Stenopterobia curvula</i>	STCU	2	1,6	3,8	3	5
<i>Stenopterobia delicatissima</i>	STDE	2	2,4	4,3	3	5
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	SHAN	2	1,8	1,4	1	1,8
<i>Surirella angusta</i>	SANG	2	2,1	1,7	1	4
<i>Surirella brebissonii</i>	SBRE	3	1,7	2,0	2	3
<i>Surirella gracilis</i>	SGRA	3	3,3	4,3	1	5
<i>Surirella linearis</i>	SLIN	3	2,0	5,0	2	5
<i>Surirella minuta</i>	SUMI	2	2,7	2,5	1	3
<i>Surirella ovalis</i>	SOVI	3	1,2	2,5	2	2
<i>Surirella ovata</i>	SOVA	3	1,2	2,5	2	3
<i>Surirella roba</i>	SRBA	3	1,0	2,0	3	5
<i>Surirella venusta</i>	SVEN	3	2,0	1,0	0	0
<i>Tabellaria fenestrata</i>	TFEN	2	3,7	4,1	2	5
<i>Tabellaria flocculosa</i>	TFLO	2	3,2	3,8	1	5
<i>Thalassiocyclus lucens</i>	TLUC	3	3,0	3,0	2	2,5
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	TPSN	2	3,2	1,2	2	2
<i>Thalassiosira visurgis</i>	TVIS	3	1,0	3,0	1	2,2

Annexe 2 (fin). - Extraits de la liste des taxons intégrant les valeurs de V, les « sa », les « so » et les IPS présents dans les mares. *Taxa list including V values, "sa", "so" and IPS values found in ponds.*