

FLORE ALGALE DU RHIN CANALISÉ : DONNÉES RÉCENTES.

J.F. PIERRE

Hydrobiologie-Algologie, Université Henri Poincaré - Nancy I, Centre de 1er Cycle,
B.P. 239, 54506 Vandoeuvre Cedex, France.

Reçu le 12 janvier 1996

Accepté le 6 juin 1996

Received 12 January, 1996

Accepted 6 June, 1996

RÉSUMÉ

La communauté algale de trois stations du Rhin canalisé (Grand canal d'Alsace), au niveau du Centre de Production Nucléaire de Fessenheim, fait l'objet d'un suivi depuis 1977. Les présents résultats concernent la période 1988-1995. Ils mettent en évidence une stabilité de la flore algale au niveau de la diversité spécifique et de la répartition des espèces dominantes. L'inventaire diatomique s'enrichit d'une trentaine de taxons inédits pour ces stations. Ces données récentes confirment, au niveau de la communauté algale, l'absence d'impact visible du C.P.N. de Fessenheim.

Mots-clés : algues, diatomées, Rhin, site nucléaire.

SURVEY OF THE ALGAL FLORA OF RHINE CANAL : RECENT DATA.

ABSTRACT

The algal community of canalized Rhine (Grand canal d'Alsace) has been surveyed since 1977. The present study concerns the period 1988-1995. Samples were taken from three localities, on each side, as well as on the actual site of the nuclear plant power, at Fessenheim (Haut-Rhin, France). The present results display the stability of the algal flora, both in specific diversity and repartition of the most abundant species. About thirty species are new for these stations. These recent data do not indicate any modification liable to be directly connected to the operation of nuclear plant power at Fessenheim.

Key-words : *algae*, diatoms, Rhine, nuclear plant power.

INTRODUCTION

Il est rare que la communauté algale d'une station fasse l'objet d'un suivi sur plusieurs années. De ce point de vue, les stations du Rhin canalisé (Grand canal d'Alsace) au niveau du Centre de Production Nucléaire de Fessenheim offrent un intérêt exceptionnel car soumises, depuis 1977, à un contrôle algologique trimestriel. Il devient possible, sur une aussi longue période, de tendre vers un relevé exhaustif des Algues du site et de dégager les caractéristiques des populations algales. Le présent travail complète une série de résultats déjà publiés (PIERRE, 1989a, 1989b).

Trois stations désignées par A, B et C sont situées respectivement en amont du site électronucléaire, sur le site au niveau de l'entrée de la prise d'eau de refroidissement des condenseurs, et à l'aval du rejet de l'eau échauffée, immédiatement avant le barrage de la centrale hydraulique de Fessenheim (PIERRE, 1989a).

Les prélèvements trimestriels (février ou mars, mai, août et septembre-octobre) sont réalisés par un personnel non algologue. Un raclage plus ou moins brutal sur une surface variable de la paroi bétonnée produit une importante quantité de sédiments organiques et minéraux. Le matériel prélevé est observé à l'état frais, puis traité pour l'étude des Diatomées.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

L'impact du centre électronucléaire sur les caractéristiques hydrologiques moyennes des eaux du Rhin canalisé est apparu très limité. En particulier, les variations de température entre l'amont et l'aval sont de faible amplitude : de 0,4 à 1,7°C.

La teneur en oxygène dissous est supérieure à 7 mg.l⁻¹, donc proche de la saturation avec tendance à la sursaturation.

La conductivité est inférieure ou voisine de 550 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, valeur normale pour le Rhin à ce niveau et qui correspond à la limite entre des eaux moyennement riches et riches en électrolytes (KRAMMER et LANGE-BERTALOT, 1986).

Les valeurs de pH ont des extrêmes compris entre 5 et 8,3, la majorité des mesures se situant dans une plage allant de 7,7 à 8,1.

Les teneurs en azote et phosphore situent ces eaux aux limites inférieures de l'eutrophisation.

Il est important de noter qu'il n'y a pas, du point de vue de la physico-chimie de l'eau, de différences significatives pour ces paramètres entre les stations d'amont et d'aval.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Par rapport à la situation précédemment décrite (PIERRE, 1989a), la composition de la flore algale des stations ne révèle que des modifications mineures, essentiellement la présence d'espèces rarement (*Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Schrank.) ou pas encore signalées, comme par exemple en station A : *Hydrurus foetidus* (Vill.) Trév., *Dinobryon divergens* Imhof var. *schauinslandii* (Lemm.) Brunnth., *Pleurotaenium trabecula* (Ehr.) Naeg. ; en station B : *Microcystis incerta* (Lemm.) Lemm., *Anthophysa vegetans* (O.F.M.) Stein ; ou encore *Celloniella sp.*, en station C. L'origine de ces espèces est à rechercher en amont, leur rareté correspondant à un dépôt accidentel.

De même, le peuplement diatomique se caractérise par sa stabilité (la nomenclature des Diatomées est établie suivant la « Sußwasserflora » de KRAMMER et LANGE-BERTALOT, 1986-1991). Sur plus de 300 taxons déjà signalés sur le site au cours de la période 1977-1987 (PIERRE, 1989b), seule une trentaine n'a pas été retrouvée. Il s'agit dans tous les cas d'exemplaires isolés ou de quelques individus, dont l'origine allochtone est vraisemblable. Il pouvait notamment s'agir d'entraînement depuis l'amont, en particulier depuis la région alpine, comme pour *Achnanthes coarctata* Bréb., *Anomoeoneis vitrea* (Grun.) Ross., *Cocconeis neothumensis* Krammer, *Cymatopleura brunii* Petit et Brun, *Diploneis alpina* Meister, *Eunotia monodon* Ehr., *Frustulia rhomboides* (Ehr.) de Toni var. *saxonica* (Rabh.) de Toni, *Gomphonema ventricosum* Gregory, *Navicula angusta* Grun., *Neidium binodiforme* Krammer, *N. dilatatum* (Ehr.) Cleve, *Nitzschia sublinearis* Hust., *Pinnularia subcapitata* Gregory ou *P. sudetica* (Hilse) Peragallo.

La minéralisation des eaux du Rhin est aussi suffisamment élevée pour expliquer l'observation d'autres espèces plus ou moins inféodées à ce facteur, l'apport étant envisageable depuis des localités en relation avec le gisement potassique d'Alsace et enrichies en sels. Ce pourrait être le cas d'*Achnanthes clevei* Grun. var. *rostrata* Hust., *Gyrosigma scalproides* (Rabh.) Cleve, *Mastogloia smithii* Thwaites var. *lacustris* Grun., *Navicula digitoradiata* (Greg.) Ralfs, *N. halophila* (Grun.) Cleve, *N. protracta* (Grun.) Cleve, *Nitzschia levidensis* (W. Sm.) Grun., *N. tryblionella* Hantzsch et *Stauroneis prominula* (Grun.) Hust.

Enfin, parmi les espèces non retrouvées au cours des années 1988-1995, figurent *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs et ses variétés *crassus* (W. Sm.) Hust et *tenellus* (Bréb.) Hust., *Actinoptychus undulatus* (Bail.) Ralfs, *Caloneis ampliatus* (Ehr.) Krammer, *C. schumanniana* (Grun.) Cleve var. *biconstricta* (Grun.) Reich., *C. westii* (W. Sm.) Hendey, *Cocconeis disculus* (Schumann) Cleve, *Coscinodiscus marginatus* Ehr., *Cyclotella iris* Brun, *C. stelligera* (Cleve et Grun.) v. H., *Cyclotella stylonum* Brightw., *Navicula cohnii* (Hilse) Lange-Bert., *N. menisculus* Schumann, *N. minuscula* Grun. var. *muralis* Lange-Bert., *N. striolata* (Grun.) Lange-Bert., *Neidium affine* (Ehr.) Pfitzer, *N. productum* (W. Sm.) Cleve, *Nitzschia amphibia* Grun., *N. nana* Grun., *N. sigma* (Kütz.) W. Sm., *Pinnularia gibba* Ehr., *P. globiceps* Ehr., *P. major* (Kütz.) Rabh., *Raphoneis amphiceros* Ehr., *Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müll., *R. gibberula* (Ehr.) O. Müll., ainsi que *Stauroneis acuta* W. Sm.

L'absence de ces espèces dans les relevés de la période 1988-1995 se trouve en grande partie compensée par la manifestation de Diatomées non encore recensées dans les stations, et dont l'origine allochtone est là encore probable sinon certaine. Il est, de la même façon, possible de distinguer des espèces devant leur origine à une dérive depuis la partie alpine du cours du Rhin, et d'autres pouvant trouver dans la minéralisation de l'eau un facteur explicatif plus ou moins satisfaisant.

A la première catégorie, correspondent *Amphora inariensis* Krammer, *Caloneis alpestris* (Grun.) Cleve, *Cyclotella bodanica* Grun., *C. comensis* Grun., *Cymbella gracilis* (Ehr.) Kütz., *C. lata* Grun., *Diatoma hyemalis* (Roth) Heiberg, *Eunotia formica* Ehr., *Fragilaria biceps* (Kütz.) Lange-Bert., *Nitzschia homburgiensis* Lange-Bert., *Pinnularia borealis* Ehr., *Surirella spiralis* Kütz.

Sont en accord avec la qualité de l'eau des stations : *Cyclotella bodanica* var. *affinis* (Grun.) Cleve-Euler, *Denticula tenuis* Grun., *Diatoma moniliformis* Kütz., *Diploneis mauleri* (Brun) Cleve, *Navicula pseudotuscula* Hust., *N. pseudanglica* Lange-Bert., *N. viridula* (Kütz.) Ehr. var. *rostellata* (Kütz.) Cleve, *N. vulpina* Kütz., *Pleurosira laevis* (Ehr.) Compère, *Surirella capronii* Brébisson. Il s'y ajoute trois espèces réputées d'eaux saumâtres, voire marines : *Caloneis permagna* (Bailey) Cleve, *Navicula crucicula* (W. Sm.) Donkin, *N. integra* (W. Sm.) Ralfs, trouvées à l'état d'exemplaires isolés.

La diversité en espèces du peuplement diatomique des trois stations obéit, depuis les premières observations, à une hiérarchisation précise (Tableau I).

La station C est habituellement la plus riche en nombre d'espèces, devant les stations B et A.

L'utilisation du paramètre « diversité en espèces » a été imposée par les conditions de récolte et la nature des prélèvements. Ainsi, la station A, en amont, est très souvent caractérisée par la dominance d'une seule espèce, *Diatoma vulgare* Bory ou de son morphotype *linearis*, qui peuvent notamment au printemps représenter plus de 95% du peuplement, en relation avec leur épiphytisme sur *Cladophora glomerata* (L.) Kütz., alors en pleine période de croissance. Il s'y ajoute 2% pour *Cocconeis pediculus* Ehr. ou *Rhoicosphenia abbreviata* (Ag.) L.-B. selon la plage observée, avec un complément de quelques espèces isolées. Ainsi, à un comptage limité à quelques centaines d'individus correspondra une liste limitée à une dizaine d'espèces. Des comptages plus importants sont difficilement envisageables dans le cadre d'un suivi ; dans ces conditions, l'utilisation de cinq classes d'abondance n'est pas irréaliste et permet de pousser le dépouillement de plusieurs préparations, soit 3 à 4 cm², de manière à obtenir une liste relativement complète bien que non exhaustive des taxons présents sur la station.

A l'inverse, la station d'aval C est caractérisée par un envasement important qui induit une compétition au bénéfice de *Vaucheria* sp., supportant un recouvrement de *Cocconeis pediculus*, aux dépens de *Cladophora glomerata* qui se maintient difficilement et, de ce fait, au détriment de *Diatoma vulgare*. Ces conditions se traduisent par une diversité du peuplement, évidente à l'examen microscopique.

Depuis l'origine des observations, donc dès avant la divergence du Centre de Production Nucléaire, la même méthodologie de prélèvements a opposé la faible diversité de la station

d'amont liée à une ou deux espèces dominantes, à la diversité observée dans la station d'aval avec un partage beaucoup plus large des dominances. Il semble difficile de quantifier et de comparer, par une même formule, deux stations dont l'une ne livre dans un champ microscopique qu'une seule espèce, alors que l'autre en révèle une dizaine.

Tableau I : Richesse spécifique des stations.

Table I : Species diversity of stations.

Année	Mois	Station A	Station B	Station C
1988	02	68	74	74
	05	47	66	72
	08	39	50	70
	10	64	73	80
1989	02	42	59	55
	05	33	57	57
	08	59	67	74
	10	39	64	64
1990	02	45	69	81
	05	41	67	76
	08	65	68	80
	-	-	-	-
1991	02	47	62	61
	05	53	66	73
	08	55	78	85
	10	52	72	73
1992	03	56	74	78
	05	67	67	86
	08	35	50	53
	10	45	57	70
1993	02	47	52	52
	05	45	59	59
	08	52	53	75
	10	62	75	86
1994	02	56	65	84
	05	51	54	80
	08	51	42	80
	10	45	62	77
1995	02	49	54	72
	05	59	64	73
	08	34	43	52
	10	36	40	69

Sur la période 1988-1995, la station C est constamment la plus riche en espèces, devant les stations B et A, ce qui conforte les résultats antérieurs. Une exception se manifeste en août 1994 où A devance B (51 espèces contre 42), ce que les conditions de prélèvements peuvent expliquer : le matériel issu de B était limité à quelques touffes de Bryophytes, sans raclage semble-t-il du support, ce qui a fortement réduit la richesse spécifique de la station. De telles inversions se manifestent de temps à autre et peuvent le plus souvent être rattachées à une particularité du prélèvement.

L'époque à laquelle se manifeste la diversité taxonomique la plus élevée ne paraît pas définie : c'est en février (1990 et 1994), en mai (1992 et 1995), en août (1989 et 1991) ou en octobre (1988 et 1993).

Enfin, ces trois stations sont situées à proximité les unes des autres et le fonctionnement du Centre de Production Nucléaire ne modifie pas la qualité de l'eau, à l'exception d'un très léger échauffement : les modifications qualitatives et quantitatives observées dans les stations ne peuvent pas être expliquées par une variation de la qualité de l'eau.

Si l'on recherche les espèces dominantes (occurrence supérieure ou égale à 25% du nombre d'individus, classe IV ou V), 12 taxons apparaissent : *Cocconeis pediculus* et *C. placentula* Ehr., *Diatoma ehrenbergii* Kütz., *D. vulgaris*, *Gomphonema olivaceum* (Horn.) Bréb., *Melosira varians* Agardh, *Navicula lanceolata* (Ag.) Ehr., *N. nivalis* Ehr., *N. tripunctata* (O.F. Müll.) Bory, *N. veneta* Kütz., *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Grun. et *Rhoicosphenia abbreviata*. *Navicula* est mieux représentée dans la station B, le ralentissement du courant dans le bassin conduisant aux entrées des grilles les favorisant ; *Cocconeis* et *Diatoma* étant plus aptes à résister au courant caractéristique des stations A et C.

En résumé, la station A est dominée par *Diatoma vulgaris* qui trouve sur les *Cladophora* un ancrage favorable, ainsi que *Cocconeis* dans une moindre mesure. *Nitzschia dissipata* et *Rhoicosphenia abbreviata* sont les accompagnatrices caractéristiques.

Diatoma et *Cocconeis* sont encore bien représentées station B, lorsque le prélèvement renferme des touffes de Bryophytes leur servant de support. Le fort ralentissement du courant au niveau du point de récolte favorise le développement de plages de *Navicula*.

Courant et brassage de l'eau caractérisent la station C, ainsi qu'un envasement permanent. La dominance d'une seule espèce est plus rare, il y a souvent partage entre deux ou trois taxons parmi les *Cocconeis*, *Diatoma* et *Navicula*.

CONCLUSION

Le suivi algologique mené ces dernières années sur le site de Fessenheim confirme les observations effectuées depuis 1977 au niveau de la quantité relative et de la qualité de la flore algale et diatomique, en particulier.

Les variations observées au niveau des peuplements diatomiques ne sont pas la conséquence d'une variation de qualité de l'eau, compte tenu de la proximité des stations (quelques kilomètres) et de l'impact du Centre de Production Nucléaire, limité à une faible élévation de température ($DT \pm 1^\circ C$). Il s'agit ici d'une réponse au cycle saisonnier, renforcée par les caractéristiques physiques propres à chaque station.

Environ 10% seulement des espèces observées dans la première période (1977-1987) n'ont pas été retrouvées les années suivantes, alors qu'un nombre voisin de taxons sont apparus, inédits pour ces stations. Il s'agit toujours d'espèces isolées, de statut discutable, mises en évidence par le dépouillement poussé des prélèvements. Une douzaine d'espèces, constantes dans le temps, constituent l'élément dominant des stations.

Les observations réalisées depuis 1977 ont été conduites avec une méthodologie constante, permettant une confrontation, à partir de prélèvements imposés. Dans les conditions de ce travail, il n'apparaît pas de modifications significatives dans les quantités relatives ou la composition de la flore algale du Rhin canalisé au niveau du site de Fessenheim. Chacune des stations confirme sa personnalité et sa stabilité dans le temps.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre du suivi écologique du site initié par Electricité de France.

BIBLIOGRAPHIE

KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 1986-1991. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd 2/1-4, Bacillariophyceae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.

PIERRE J.F., 1989a. Evolution décennale de la microbiocénose du Rhin au niveau du site électronucléaire de Fessenheim (Haut-Rhin). *Crypto.-Algol.*, 10 (2), 117-128.

PIERRE J.F., 1989b. Inventaire du peuplement diatomique du Rhin canalisé (1977-1987). *Bull. Acad. Soc. lorr. Sc.*, 28 (3), 87-105.

Nota : Une bibliographie spécifique a été publiée antérieurement (PIERRE, 1989b).