

Bulletin de l'Académie Lorraine des Sciences 2001, 40,3.

– MEMOIRE –

*Bulletin de l'Académie  
Lorraine des Sciences*

BIBLIOTHEQUE INTERUNIVERSITAIRE DE NANCY  
SECTION SCIENCES

*Rue du Jardin Botanique  
54800 VILLERS-LES-NANCY  
FRANCE*

## SOMMAIRE

PIERRE Jean-François  
- Catalogue des algues du Nord-est de la France et des Régions attenantes (1959-2001).

	page :
Résumé, summary, zusammenfassung	4
Introduction	7
Esquisse géologique des affleurements	11
Historique	15
Hydrographie et localisation des stations	17
Bassin et sous bassin de la Moselle	18
Sous bassin de la Seille	21
Sous bassin de la Sarre	22
Sous bassin de la Meurthe	24
Bassin de la Meuse	27
Bassin du Rhin	31
Eaux closes	34
Matériel et méthodes	37
Catalogue systématique	43
Algues non diatomiques	47
Diatomées	57
Résultats et Discussion	79
Conclusion	89
Remerciements	91
Bibliographie	93
Addenda	100

# **CATALOGUE DES ALGUES**

**du Nord-est de la FRANCE  
et des Régions attenantes  
*1959 - 2001***

**Jean-François PIERRE  
Docteur d'Etat ès-Sciences**

//

## RÉSUMÉ

Cette étude, entreprise depuis 1959, concerne la communauté algale de nombreux milieux aquatiques situés dans l'espace entre Rhin et Meuse.

A partir de près de 1500 prélèvements en provenance de plus de 200 localités différentes, la présence des taxons est répertoriée par bassins et sous bassins. Ont été ainsi étudiés:

- le bassin de la Meuse et de ses affluents (Vraisne, Vair, Chiers et Semois).
- le bassin de la Moselle ( Rupt-de-Mad, Orne, Fensch) y compris ses sous bassins de la Meurthe (ruisseaux de Ravines, Foirou, Vezouze, Sânon, Prés Lallemand), de la Seille où le réseau hydrographique dense et mêlé de marais se caractérise par des eaux plus ou moins saumâtres à sursalées et enfin de celui de la Sarre avec ses affluents (Blies, Rosselle et Nied).

- le bassin du Rhin (Grand canal d'Alsace, zone du Ried, Moder).

Plusieurs réservoirs sont associés à la Moselle (réserves d'eau à potabiliser de Richardménil, du Rupt-de-Mad, réservoir sécuritaire du Centre nucléaire de production électrique de Cattenom).

Les milieux d'eaux closes sont représentés par de nombreux étangs et le lac-tourbière du Lispach.

Ce catalogue est riche de près de 760 taxons répartis entre 567 diatomées et 190 genres ou espèces d'autres algues; les citations étant accompagnées de commentaires succincts.

Il constitue ainsi une référence établissant la diversité biologique du patrimoine algal de cette région.

**Mots-clés** : Algues, inventaire, milieux continentaux, Rhin-Meuse.

## SUMMARY

This catalogue of algal community, since 1959, interests number of aquatic biotopes in the area between Rhine and Meuse rivers. Approximately 1500 samples of about 200 localities have been examined.

Taxa are indexed according to the hydrographical basins :

- Meuse basin (with Vraisne, Vair, Chiers and Semois tributaries).

- Moselle basin (included Rupt-de-Mad, Orne and Fensch rivers) and the under basins of the Meurthe (with Ravines, Foirou, Vezouze, Sânon, Prés Lallemand tributaries), the complex hydrological net of Seille and his brakish waters, and the Sarre (with Blies, Rosselle and Nied rivers).

- Rhine basin (Grand canal d'Alsace, Ried area and Moder).

Some reservoirs are connected with Moselle: Richardménil and Rupt-de-Mad reservoirs for drinking waters, Mirgenbach safety reservoir of nuclear plant power of Cattenom). Algae of lenitic waters are determined in some ponds and a turf-moor.

The present catalogue is rich of 760 taxa distributed in 567 diatoms and 190 other genera or species algae. This work is a reference for algal diversity and patrimony of this country.

**Key-words** : Algae, taxonomic inventory, continental aquatic biotopes, Rhine-Meuse.

### ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Studie, die seit 1959 geführt wurde, betrifft die Algenbesiedlung von zahlreichen Wasserläufen und Seen im Raum zwischen Rhein und Maas.

Auf der Basis von fast 1500 Proben aus über 200 Entnahmestellen wird die Anwesenheit der Taxa in Flussbecken und Nebenbecken katalogisiert. Auf diese Weise wurden untersucht:

- das Becken der Maas und ihrer Zuflüsse (Vraisne, Vair, Chiers und Semois)

- das Becken der Mosel (Rupt-de-Mad, Orne, Fensch) einschließlich der Nebenbecken der Meurthe (die Bäche Ravines, Foirou, Vezouze, Sânon und Prés Lallemand), der Seille, wo sich das dichte hydrographische Netz vermischt mit Sümpfen durch mehr oder weniger salziges bis übersalztes Wasser auszeichnet und schliesslich das Becken der Saar mit ihren Zuflüsse (Blies, Rosselle und Nied).

- Das Rheinbecken (Großer Elsässer Kanal, Gebiet des Ried, Moder).

Mehrere Wasserspeicher sind mit der Mosel verbunden (Trinkwasserspeicher von Richardménil und vom Rupt-de-Mad, Sicherheitsspeicher des Atomkraftwerks von Cattenom).

Geschlossene Gewässer sind durch zahlreiche Seen und der Torfsee von Lispach vertreten.

Dieser Katalog enthält fast 760 Taxa aufgeteilt in 567 Kieselalgen und 190 Gattungen oder Arten anderer Algen. Die Zitate werden von kurzen Kommentaren begleitet.

Der Katalog bildet daher eine Referenz die die biologische Vielfalt der Algen der Region darstellt.

**Stichworte** : Algen, Inventar, Kontinentalregion, Rhein-Maas.

*Les Algues sont à l'eau  
ce que l'herbe est à la terre*

Je cherchais à rendre compte sous une forme imagée de l'immense variété de formes et dimensions des algues, de leurs possibilités d'occuper l'espace aquatique et de leurs multiples relations avec l'environnement. C'est ainsi que j'ai écrit cette phrase, bien qu'elle soit quelque peu réductrice, car là où les conditions extrêmes empêchent la végétation de plantes supérieures, étendues rocheuses ou neiges éternelles, le microscope révèle que des algues peuvent se développer, créer de minuscules oasis de vie ...



## INTRODUCTION

Le Nord-est de la France est riche en formations aquatiques de toutes sortes, avec un réseau hydrographique dense alimenté par le château d'eau naturel du massif vosgien.

Il n'existe pas, au niveau national et plus encore régional, d'inventaire détaillé de la communauté algale des différentes formations aquatiques continentales, tant d'eaux courantes que d'eaux lenticues.

Le seul travail de même envergure en Lorraine serait le "*catalogue des Lichens observés dans la Lorraine*" de l'Abbé Harmand, publié en plusieurs fascicules dans le bulletin des séances de la Société des Sciences de Nancy depuis 1894.

La présente contribution, bien que non exhaustive, se veut être la référence des communautés algales des divers milieux continentaux, fleuves, rivières, ruisseaux, lacs, étangs, mares et tourbières du Nord-est de la France.

Les limites naturelles de l'étude coïncident en partie avec celles de l'agence financière de bassin Rhin-Meuse. Elles sont bordées à l'est par le Rhin et à l'ouest par la Meuse (figure 1). Quelques incursions concerneront des tributaires en Belgique et en Allemagne.

Faut-il se questionner sur l'intérêt de cette contribution ? Oui bien sûr, et la justification sera celle d'un travail de mémoire permettant d'établir l'inventaire du patrimoine algologique de cette région et d'en mesurer la biodiversité. Il deviendrait ainsi possible dans le futur de dresser un état à un instant donné et de le comparer à ce qui existait antérieurement, de mettre en évidence la raréfaction ou la disparition de telle ou telle espèce, ou au contraire d'enregistrer l'apparition d'espèces nouvelles pour une localité. Resterait à donner une interprétation écologique à ces mécanismes de remplacement d'espèces.

Dans ces marches de l'est, facteurs naturels et anthropiques sont souvent mêlés et la composition de la communauté algale en est le reflet. A partir de ce constat il devient possible, le cas échéant, de décrire des modifications floristiques et de les traduire en réponses aux variations des paramètres environnementaux, voire d'envisager des programmes de protection...

L'étude de la communauté algale permet, sur un site précis et une brève durée, d'enregistrer l'effet des variations de paramètres. C'est dans ce cas un instrument biologique sensible et utile.

Cela permet également, notamment par les propositions de différents indices de qualité basés sur la flore algale, de calculer la qualité des eaux.

Il n'est pas question dans ce travail limité volontairement à un inventaire de la communauté algale, de discuter ou de délimiter la validité de ces techniques. Mais si, nous insistons sur ce point, ces apports sont importants pour la connaissance et l'utilisation potentielle des milieux continentaux, il faut cependant rester modeste en se souvenant de cet aphorisme que je rappellerai en mémoire de l'un de mes maîtres, Pierre BOURRELLY:

*"La répartition des algues reflète assez exactement la répartition des algologues".*



Il n'est pas possible de rassembler ici la totalité des données recueillies sur plus de quarante années. Ayant consacré une grande part de mes activités de recherche à la reconnaissance de la communauté algale de cette région, il convenait de "refléter" sous une forme utilisable la richesse spécifique, et sous-entendu le patrimoine génétique, de ces organismes.

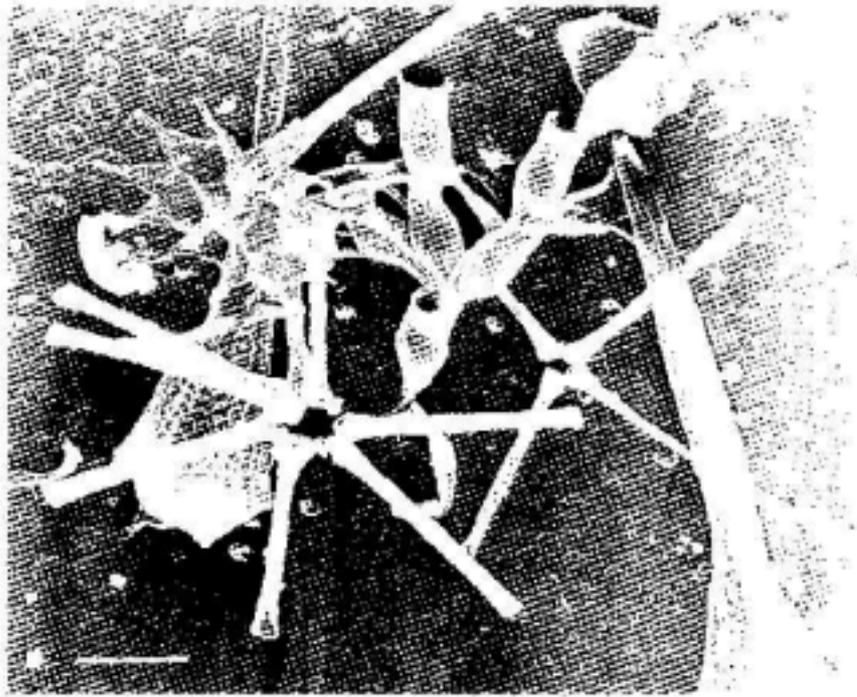
Dans une première partie seront réunies les données générales, géologiques, historiques et géographiques.

Une deuxième partie décrira les différents milieux concernés avec les lieux et dates des prélèvements. Les références bibliographiques correspondantes permettront de se reporter à la publication originale et d'y trouver les précisions.

La dernière partie sera consacrée à l'inventaire systématique des algues recensées. Une matrice avec plus de 700 taxons et quinze cents prélèvements est impubliable. Aussi chaque taxon sera simplement suivi de l'indication du bassin hydrographique dans lequel il est signalé. Un court commentaire écologique ou

biogéographique accompagnera les grandes divisions algales et les genres diatomiques.

Quelques considérations écologiques clôtureront cet inventaire, complété d'une liste bibliographique.



*Aspect d'un prélèvement observé en microscopie électronique à balayage (MEB); Etang de Diffembach (Etangs Maginot, 1977). La barre représente 20  $\mu$ m.*





## ESQUISSE GÉOLOGIQUE DES AFFLEUREMENTS

Les crêtes du massif vosgien marquent la limite orientale de la Lorraine (figure 2). Au sud-est, le socle hercynien correspond aux "Hautes Vosges" cristallines; au nord-ouest les "Basses Vosges" sont en grande partie constituées par des grès et conglomérats permo-triasiques (grès roses du Buntsandstein) entaillés par les têtes du réseau hydrographique mosellan.

Le Plateau lorrain se raccorde aux formations gréseuses par la "côte de Lorraine" (figure 2, repère 2) et comprend, d'est en ouest :

- les grès et marnes calcaires du muschelkalk de la "Plaine sous-vosgienne",
- les marnes versicolores keupériennes du "Pays des Étangs" et du "Saulnois" où l'existence d'importantes intercalations de sel gemme sont localement responsables d'apports de saumure, naturels ou anthropogènes (cours de la Seille, du Sânon, de la Meurthe).

Un relief de côtes, la "côte infraliasique" (repère 3), marque la limite orientale des terrains jurassiques qui s'étendent vers l'ouest jusqu'au delà des limites du bassin hydrographique mosan. Le jurassique inférieur ou lias est donc limité à l'est par la côte infraliasique et à l'ouest par la "côte de Moselle" (repère 4). Les plateaux calcaires du Xaintois, du Vermois et de Messein passent progressivement à la région plus basse, argilo-marneuse, de la dépression liasique drainée par le Madon, la basse Meurthe et plus au nord, la Moselle.

La Lorraine occidentale ou "Pays des Côtes" appartenant au jurassique moyen et supérieur, naît avec la "côte de Moselle" qui marque le début d'une succession côte - plateau de revers de côte - plaine déprimée : plateaux calcaires (jurassique moyen) du Bassigny pour le cours supérieur de la Meuse, de la Haye et du Pays-Haut, passant insensiblement vers l'ouest à la plaine de la Woëvre argilo-marneuse.

La "côte de Meuse" (repère 5) délimite la région calcaire des Hauts de Meuse (jurassique supérieur). A l'inverse de la Moselle qui coule au pied de sa côte, la Meuse circule en arrière de celle-ci, l'entaillant peu après le confluent du Vair et incisant le plateau. De ce fait, les dépressions de l'Ornain au pied de la "côte des Bars" (repère 6) et de l'Aire créent une coupure hydrologique séparant le bassin Rhin-Meuse du bassin Champagne-Ardennes.

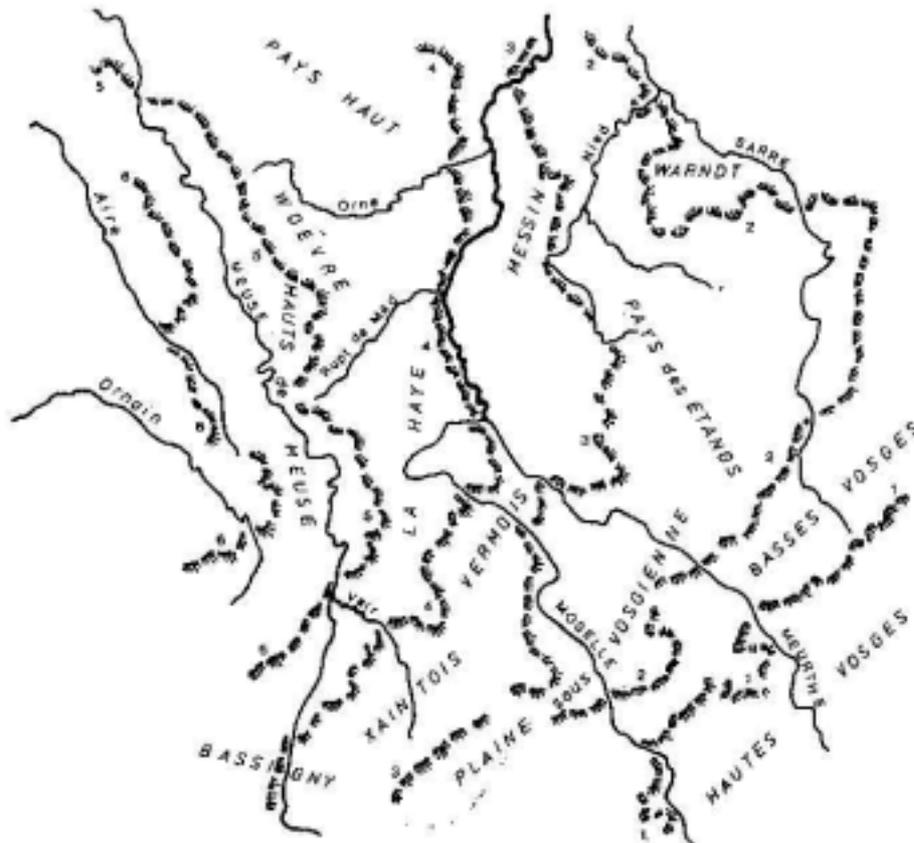


Figure 2 :  
Reliefs de côtes et régions naturelles

A l'ouest du massif des Vosges, la plaine d'Alsace est drainée par le cours méridien presque rectiligne du Rhin, accompagné sur la rive gauche par l'Ill qui coule presque parallèlement et recueille les nombreuses rivières dévalant des Vosges. Ces cours d'eau ont apporté, tout au long du quaternaire, d'abondantes

alluvions piégeant une nappe aquifère importante, une des richesses de l'Alsace mais malheureusement dégradée localement par diverses pollutions (Le problème de l'enrichissement en nitrates rendant l'eau impropre à la consommation en fut un exemple). Cette nappe phréatique induit, entre Colmar et Strasbourg, la présence de zones de prairies humides, correspondant aux méandres de l'Ill et au riche chevelu de ses affluents, connues sous le terme de "rieds" et d'intérêt biologique considérable.

Les extensions trans-frontalières s'insèrent dans le cadre général.

La Sarre franco-allemande, naissant au flanc du massif vosgien, traverse le Pays des étangs et les reliefs de la Warndt pour rejoindre la Moselle sur sa rive droite.

Née à Arlon en Lorraine belge continuant le Pays-Haut, la Semois franco-belge entaille la bordure du massif ardennais et conflue avec la Meuse en France, près de la frontière.

La nature géologique du substrat exerce une influence importante sur la composition de la communauté algale en imposant la qualité physico-chimique de l'eau (figure 3). Ainsi le socle hercynien peut être à l'origine d'eaux acides avec un pH atteignant localement des valeurs basses, voisines de 4. Ces conditions se retrouveront en tête de bassin, dans le chevelu des ruisseaux vosgiens et les tourbières (PIERRE 1996 b, 1983 e). L'arrivée sur les terrains sédimentaires déplace le pH vers l'alcalinité; ce passage est manifeste, par exemple entre sous-affluents de la Meurthe (PIERRE 1970 f, g) ou sur la Vezouze (PIERRE 2000). Dans certaines conditions une alcalinité supérieure à pH 9 entraînera, en présence de composés ammoniacaux, une toxicité sur le Poisson distincte des mortalités par anoxie: cas de la Semois par exemple (PIERRE 1977 c).

Les formations triasiques, plus précisément les marnes keupériennes, renferment de puissantes intercalations de sel gemme. Celui-ci donne localement naissance à des émissions de saumâtre qui se mélangent aux eaux de surface: Sânon (PIERRE 1970 d) et Seille (PIERRE 1995) ou créent des mares et marais saumâtres caractéristiques (PIERRE 1997 a, b, 1998 a, b).

Le trias supérieur et le lias sont de nature essentiellement calcaire et constituent de ce point de vue un substrat homogène pour le réseau hydrographique. Il en résulte une certaine unité de la communauté algale avec un nombre limité de taxons qui se retrouveront régulièrement et souvent en abondance.



- légende :
- - - - limite du bassin Rhin-Meuse
  - - - limite des contours géologiques
  - x : socle hercynien
  - T : trias
  - L : lias ou jurassique inférieur
  - J : jurassique moyen et supérieur
  - : pléistocène

Figure 3 :  
Géologie simplifiée de la région étudiée

## HISTORIQUE



La première publication algologique est attribuée au vosgien Jean-Baptiste MOUGEOT associé à NESTLER et SCHIMPER: en 1843 paraissent les premières listes des "stirpes cryptogamae" à partir de matériel récolté dès 1810. Notons à titre anecdotique que le docteur MOUGEOT perdit la vie sur les bords de la Moselle ...

La même année Dominique Alexandre GODRON publie un catalogue des plantes cellulaires du département de la Meurthe renfermant 19 espèces d'algues.

En Alsace, deux pharmaciens de Colmar éditent en 1856 une flore cryptogamique d'Alsace en y englobant le versant occidental des Vosges, avec reprise des résultats de MOUGEOT et de ses collaborateurs.

Par la suite les contributions à l'algologie lorraine restent rares et dispersées. Cependant l'intérêt des milieux aquatiques vosgiens et des formations saumâtres des vallées de la Meurthe et de la Seille avait été pressenti par Adrien LEMAIRE, Camille BRUNOTTE, Maurice GOMONT, Maurice PERAGALLO et Charles ROESCH. Parmi les sites explorés figurent la Moselle, la Meurthe et de nombreux ruisseaux de la région nancéienne.

LEMAIRE publie sur le lac de Lamaix (sic) dans les Vosges et J. A. MOUGEOT, fils de Jean-Baptiste, ainsi que P. PETIT, sur diverses stations du département.

A. BALDENSBERGER entre 1925 et 1928 donne la liste d'algues d'étangs et de lacs des Hautes Vosges et du département du Haut-Rhin. Une de nos publications (PIERRE 1966 b) détaille cette époque des débuts de l'algologie en Alsace-Lorraine.

La période "récente" débute en 1953 au laboratoire de cryptogamie de la faculté des sciences de Nancy (Professeur Roger Guy WERNER) avec quelques publications de Marie-Louise DE POUQUES (1953, 1955). Puis à partir de 1959 des étudiants du laboratoire dont nous-même s'intéressent principalement aux algues de la Meurthe à proximité de Nancy, puis à la Moselle, à la Seille et à

quelques formations marécageuses du Saulnois. Nos premiers prélèvements algologiques remontent à cette époque et débouchent en 1961 sur une première publication détaillant la présence de diatomées à caractère halophile dans la Meurthe. Ces travaux vont s'intensifier, s'étendre à l'ensemble de la Meurthe et à quelques uns de ses affluents, tandis que quelques étudiants soutiennent des diplômes universitaires sur l'algologie de divers milieux lorrains (*in* PIERRE 1979). Des restructurations universitaires conduisent à la disparition du laboratoire de cryptogamie. Devenu chercheur isolé nous poursuivons nos investigations, abordant tour à tour la diversité des milieux aquatiques, naturels ou anthropogènes.

L'examen de la bibliographie laisse apparaître un certain désordre dans l'enchaînement des formations aquatiques étudiées, ou du moins l'absence de fil conducteur. En effet, étant l'un des rares algologues français et le seul représentant pour le grand Est, nous avons très rapidement été confronté à des demandes variées provenant d'industriels, d'organismes privés ou publics, de collectivités, etc., rencontrant des problèmes liés aux algues qu'ils ne pouvaient résoudre seuls. Nous avons pu ainsi étendre nos investigations à des milieux variés, nous heurter à des problèmes concrets et préciser le rôle des algues dans les écosystèmes aquatiques, rôle méconnu et bénéfique. Nous en livrons ici un enseignement : *les algues ne sont pas la cause, mais la conséquence des nuisances engendrées par l'Homme. Leur prolifération résulte d'un déséquilibre dans l'environnement et constitue un signal d'alarme.*

De même que nous nous sommes intéressé à divers milieux hors de nos frontières, quelques collègues étrangers ont étudié les algues des eaux du bassin Rhin-Meuse. Ils sont peu nombreux et leurs études concernent les cours d'eau trans-frontaliers, Moselle et Meuse (DESCY et WILLEMS 1991, JANSEN 1967) ou les ruisseaux ardennais (SYMOENS 1957)...

## HYDROGRAPHIE & STATIONS DE PRÉLÈVEMENTS



### CLIMAT

Le climat lorrain est un ensemble complexe, avec de très fortes irrégularités. Il s'agit, en simplifiant, d'un climat continental tempéré, fortement atténué par l'ouverture de la Lorraine au flux océanique d'ouest. Ce type continental est nettement plus marqué dans la plaine rhénane entre Vosges et Forêt Noire.

Les terrains traversés sont généralement peu favorables à la rétention des eaux car imperméables (roches cristallines, marnes, argiles) ou traversés trop rapidement (terrains karstiques). La plaine alsacienne est, elle, riche en réserves souterraines grâce aux dépôts alluvionnaires du Rhin sur un substrat imperméable. Aussi le régime hydrique des cours d'eau est sous la dépendance directe des précipitations pluviales et nivales, notamment au niveau des sources du massif vosgien. Il en résulte des crues de novembre à mai et un étiage parfois sévère en été, jusqu'en octobre. Le rapport débit de crue / débit d'étiage peut être de l'ordre de 300 fois. L'élévation en altitude du plateau oriental ainsi que la barrière vosgienne déterminent des précipitations abondantes : environ 800 mm pour 120 jours de pluie en plaine, autour de 2.000 mm et 160 jours sur les sommets des Vosges centrales.

### LES STATIONS ET LE RÉSEAU HYDROGRAPHIQUE

La ligne de crête orientée nord-sud, passant par le Donon et le Hohneck, sépare les affluents du versant occidental qui rejoignent la Moselle, la Meurthe ou la Sarre, de ceux du versant oriental drainé par les affluents de la rive gauche du Rhin, Ill, Bruche et Zorn.

## BASSIN DE LA MOSELLE

La Moselle, affluent de la rive gauche du Rhin, prend sa source sur les pentes du Drumont à proximité du col de Bussang à une altitude de 725 m et parcourt environ 300 km en Lorraine. Le bassin versant est de presque 14.000 km<sup>2</sup> dont 10.800 pour Moselle, Meurthe et Seille, 1.500 et 1.800 pour les bassins en France de la Nied et de la Sarre.

La rivière circule d'abord selon un axe sud-est / nord-ouest jusqu'au double coude au niveau de Nancy, puis de là s'oriente presque sud / nord et perce l'anticlinal dévonien du massif schisto-rhénan à Sierck-les-Bains avant de pénétrer au Grand Duché de Luxembourg (figure 4).

Sur ce trajet la Moselle traverse deux secteurs géographiques bien distincts:

- au sud-est le massif vosgien, avec des altitudes supérieures à 1.300 m, offre des potentialités aquifères importantes: c'est le château d'eau de cette région du nord-est de la France. Les formations cristallines très fracturées avec de nombreuses zones d'altération (arènes granitiques) constituent un réservoir morcelé que des précipitations abondantes alimentent. Les grès triasiques, épais de plus de 100 m et de porosité élevée, forment également un réservoir bien alimenté par des précipitations encore abondantes, de l'ordre de 1.000 mm par an. Les grès argileux du permien qui séparent ces deux formations ne représentent qu'un aquifère négligeable.

- au nord-ouest le Plateau lorrain traversé par la Moselle ne bénéficie pas des mêmes précipitations et ses marnes et calcaires le privent d'aquifère puissant. Les faibles altitudes et la relative position d'abri par suite du relief des côtes, d'orientation méridienne, limitent à 700 - 800 mm les précipitations annuelles.

### Sous bassin de la Moselle

Les ruisseaux du massif vosgien (PIERRE 1996) seront rattachés pour partie à ce sous bassin. Les cours d'eau suivants sont concernés par des prélèvements réalisés entre le 28 mai et le 15 juin 1991 :

Goutte des Grands Clos, ruisseau de Machey, ruisseau du Rouge Ru, ruisseau de Tihay pour la Haute-Moselotte,  
ruisseau du Foulot, ruisseau de Morbieu, ruisseau du Fouchot pour la Haute-Moselle,  
ruisseaux du Chaufour et la Corbeline pour la Vologne

Le cours de la Moselle est l'objet d'un suivi au cours de l'année 1971 ainsi que d'observations ponctuelles.

En octobre 1960, janvier et mars 1961 (PIERRE 1965 b) des prélèvements sont réalisés en amont et en aval de Liverdun, en amont de Pompey et en aval de Custines.

Des stations du cours moyen de la Moselle sont l'objet, durant l'année 1971, de 2 à 5 prises d'échantillons. L'inventaire publié concerne principalement les algues non diatomiques, les plus fréquentes de ces dernières étant seules relevées (PIERRE 1975). Les stations sont localisées à Golbey, Velle-sur-Moselle, Maron, Toul, Custines, Blénod-les-Pont-à-Mousson, Arry, Metz, Malroy, Hauconcourt, Blettange, Uckange et Thionville.

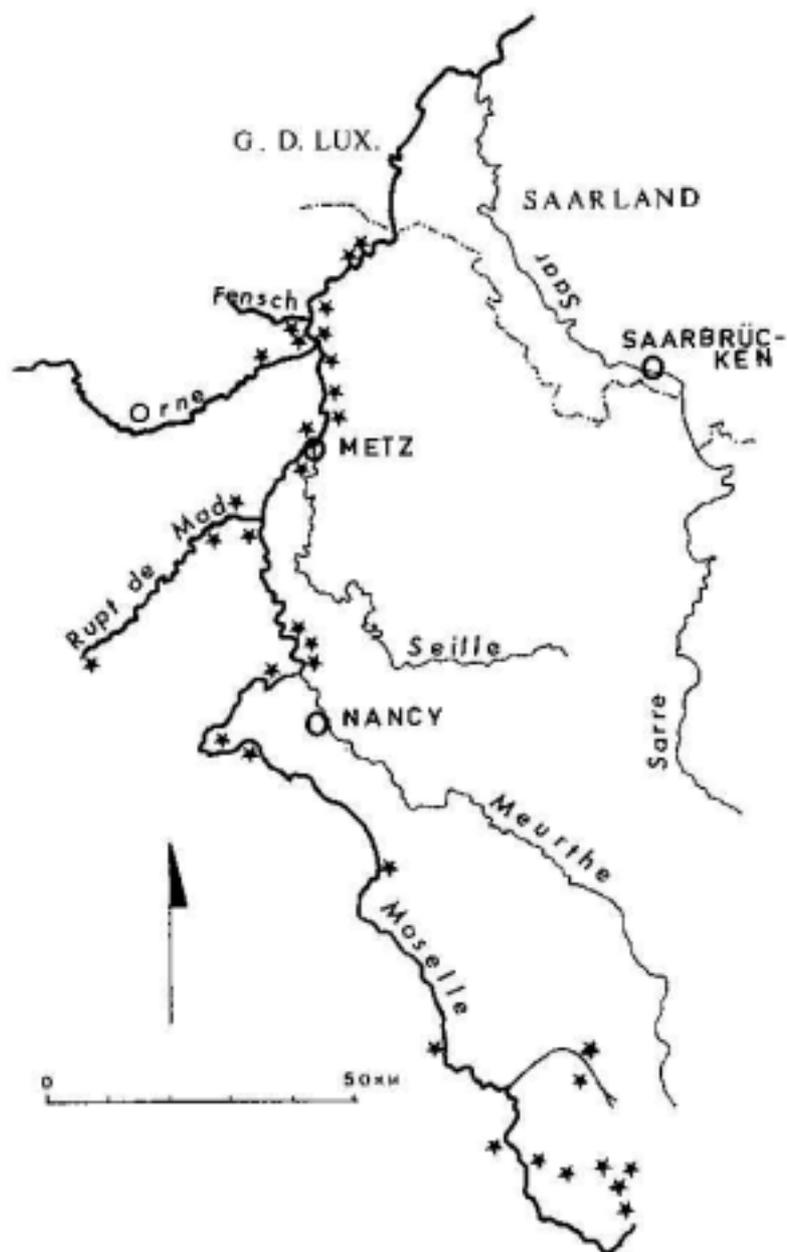


Figure 4 :  
Localisation des stations de prélèvements dans le sous bassin de la Moselle

En mai et juin 1971 la prolifération algale dans le canal d'arrivée d'eau de refroidissement de la Centrale Sidérurgique de Richemont, en aval de la confluence de l'Orne, est décrite (PIERRE 1972 b).

Des prélèvements hebdomadaires réalisés du 16 juin au 21 octobre 1983 permettent de suivre le développement d'algues non diatomiques dans la station d'Argancy à une dizaine de km en aval de Metz (PIERRE 1986 b).

A quatre reprises entre juin 1983 et mai 1984 des échantillons sont récoltés à Velle-sur-Moselle et Millery, points de référence pour le fichier national de qualité des eaux superficielles, et parallèlement dans la Meuse à Inor (PIERRE 1990 a).

La qualité de la communauté algale des installations de réalimentation de la nappe alluviale de la Moselle au niveau de Montigny les Metz entre octobre 1976 et novembre 1977 est décrite: algues non diatomiques (PIERRE 1978 a) et peuplement diatomique (PIERRE 1978 b).

La qualité de l'eau de Moselle, utilisée pour l'alimentation en eau de la Communauté urbaine du grand Nancy est également estimée au droit de la prise d'eau de la réserve de sécurité de Richardménil et le développement algal y est suivi, à partir de prélèvements algologiques mensuels ou bimensuels entre juin 1996 et décembre 1997 (PIERRE 2001).

Sur la rive gauche de la Moselle, à peu de distance de la frontière luxembourgeoise, est implantée et fonctionne depuis 1986 le Centre nucléaire de production électrique de Cattenom. Une étude d'impact préalable à la mise en fonctionnement et un suivi sur plusieurs années permettent de dresser l'inventaire algologique de la Moselle ainsi que de la retenue de sécurité du Mirgenbach établie sur le ruisseau du même nom, affluent de la Moselle (PIERRE 1990 b, 1992 b, 1996, 2000).

Les affluents de la rive gauche sont importants, bien que le Madon ait été négligé. Le Rupt-de-Mad débute maintenant son cours à l'exutoire du lac artificiel de la Madine, de création récente. L'Orne et l'Yron drainent le plateau de Briey et la plaine de la Woëvre, confluant à Conflans pour continuer l'Orne au cours sinueux et encaissé dans la traversée des calcaires jusqu'à la Moselle. La Fensch, dans sa vallée fortement industrialisée, fut longtemps considérée comme un émissaire industriel. Quelques localisations sur ces affluents font l'objet d'investigations. Ainsi en 1971 le Rupt-de-Mad à Onville, l'Orne à Rosselange et la Fensch à Florange sont visités à 3 ou 4 reprises (PIERRE 1975). Le détail du peuplement diatomique est donné (PIERRE 1976).

Le Rupt-de-Mad est utilisé pour l'alimentation partielle en eau de l'agglomération messine grâce à un barrage sur le ban d'Arnaville. A l'occasion d'un suivi de qualité les algues du lac de la Madine et du cours d'eau à son exutoire à Bayonville et à Arnaville sont étudiées à partir de 47 échantillons prélevés entre juin 1987 et décembre 1990 (PIERRE 1993).

## Sous bassin de la Seille

La Seille est un affluent de la rive droite de la Moselle qu'elle rejoint dans la traversée de Metz. Elle prend naissance à l'exutoire de l'étang de Lindre et coule d'abord d'est en ouest sur les marnes irisées keupériennes. C'est la base de ces marnes qui renferme, entre Nancy et Dieuze, de nombreux dépôts de sel gemme et de gypse. Après Brin-sur-Seille le cours s'oriente sud-nord et circule sur les terrains liasiques jusqu'à proximité de Metz (figure 5).

Le faible dénivelé et l'imperméabilité du substrat sont à l'origine des nombreux méandres, bras morts et bras parallèles ainsi que des zones marécageuses caractérisant ce pays. Les nombreux fossés de drainage plus ou moins efficaces compliquent l'hydrographie locale.

Par différents mécanismes les couches de sel sont responsables de la manifestation en surface d'écoulements de saumures plus ou moins concentrées à l'origine d'une flore algale halophile caractéristique (PIERRE 1965 a, 1970 a, 1997 a).

Quatre stations ont été échantillonnées aux mois de juin et novembre 1961 entre l'étang de Lindre et Moyenvic: au pied de la digue de l'étang, en aval de Lindre-Basse, au niveau du pont en amont de Blanche-Eglise et de celui en amont de Moyenvic (DAGOT *in* PIERRE 1965 b).

Deux prélèvements sont réalisés à Mulcey en 1971 (PIERRE 1975).

L'étude complémentaire de la Seille, de Moyenvic à Metz, a lieu en 1965 avec à nouveau quatre stations : trois situées à proximité des ponts, près de l'ancienne gare de Burthécourt, d' Ajoncourt et de Sillégnny, la quatrième en pleine ville de Metz, au niveau de la Porte des Allemands (ROUSSARD 1965).

La présence de l'algue marine *Enteromorpha* dans de nombreuses localités est une originalité retenant l'attention et l'étude de sa biodégradation dans les conditions naturelles est réalisée (PIERRE *et al.* 1974, PIERRE 1975 c).

Entre 1993 et 1995 l'inventaire algologique des formations saumâtres est entrepris sur les différents types de biotopes du Saulnois: sources, cours de la Vieille Seille à St-Médard et Vic-sur-Seille, différents fossés à Blanche-Eglise, Haraucourt, Pré Léo, Mal-Pâquis et Patural au niveau de Château-salins, canal des salines, fossé de Basse-Récourt (PIERRE 1997 b, 1998 b). La liste détaillée des algues (non siliceuses et diatomées) provenant de 33 échantillons étudiés est donnée (PIERRE 1999).

A ces écoulements sont souvent associés des mares ou des marais, par exemple à Blanche-Eglise et à Marsal (PIERRE 1998 a), mare de l'ancienne saline Cabocel à Lezey. L'ensemble des marais de Lagrange-Fouquet (PIERRE 1997 b) mérite une mention particulière. Il y a là effectivement un véritable patrimoine biologique, non seulement algal, dont la protection est maintenant assurée par le Conservatoire des sites de Lorraine, sous l'égide des collectivités territoriales.

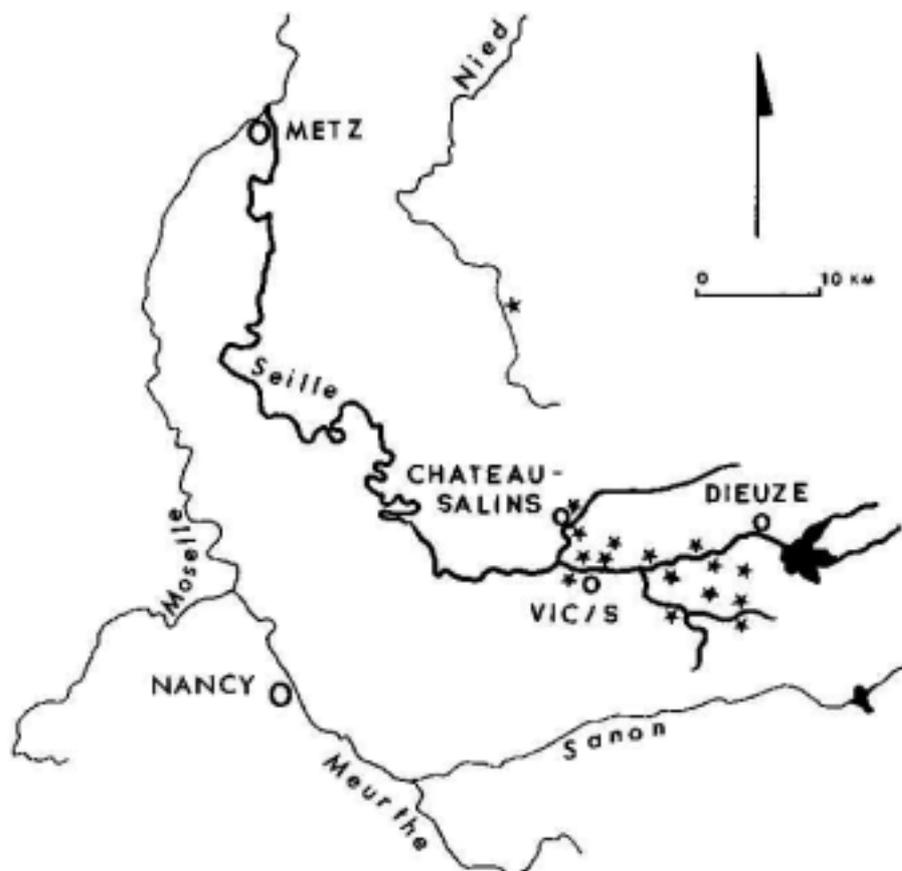


Figure 5 :  
 Localisation des stations de prélèvements dans le sous bassin de la Seille  
**Sous bassin de la Sarre**

Son bassin de réception très étendu est presque entièrement localisé en région triasique.

La Sarre trouve son origine au nord-ouest du petit Donon dans de multiples petites sources qui vers 700 mètres marient leurs eaux pour former les deux rivières jumelles dénommées Sarre Rouge et Sarre Blanche pour rappeler la couleur des grès sur lesquels elles circulent et qui se réunissent à Hermelange près

de Lorquin pour donner la rivière (figure 6). Celle-ci se répand dans une vallée large et sinueuse qui coule du sud au nord jusqu'à Saarbrücken puis s'oriente au nord-ouest, traversant des affleurements houillers, puis à nouveau triasiques avant de pénétrer dans les terrains dévoniens du Hunsrück, chaîne qu'elle traverse dans une vallée encaissée.



Figure 6 :  
Localisation des stations de prélèvements dans le sous bassin de la Sarre.

Dans son cours supérieur, la Sarre coule paresseusement dans une large vallée; la ramification des affluents y est très dense comme il convient en région marneuse: on y retrouve les caractères de la Haute Seille. D'ailleurs les affluents de la rive gauche de la Sarre enchevêtrent leur chevelu avec celui des tributaires de la Seille.

Sur sa rive gauche, la Sarre reçoit la Rosselle, puis la Nied avec ses deux branches, Nied française et Nied allemande, pour rappeler l'ancienne frontière.

En rive droite, la Blies rejoint la Sarre à Sarreguemines. Il y a là une rivière importante drainant par de nombreux affluents les affleurements du Muschelkalk de son bassin versant.

Dans le cadre de la vaste enquête de 1971 des prélèvements sont effectués dans la Sarre à Herbitzheim et à Sarreguemines, dans la partie française du cours. L'inventaire des algues non diatomiques est donné (PIERRE 1975) puis celui du peuplement de diatomées (PIERRE 1977 a). Quelques années après, entre juin 1977 et juin 1978 une douzaine de stations situées de la frontière à la confluence avec la Moselle à Konz permettent de compléter l'inventaire algologique, algues non diatomiques et diatomées, de la partie allemande de la rivière (PIERRE 1984 a). Deux stations, en 1991, intéressent les ruisseaux en tête de la Sarre Blanche et de la Sarre Rouge (PIERRE 1996).

Les affluents de la Sarre sont également concernés: ainsi la Rosselle à Moulin-neuf (aval de St Avold) et Rosbruck (Saarland), la Nied à Hinckange (PIERRE 1975).

Une attention particulière est portée à la Blies: 6 stations sont échantillonnées en juin 1978, à la source (Bliesquelle) où l'eau sourd des grès, à Rasiersmühle, Oberlinxweiler, Wiebelskirchen, Neunkirchen et à la confluence à Saargemünd (PIERRE 1985 b), révélant l'impact d'une pollution industrielle importante.

## **Sous bassin de la Meurthe**

La Meurthe prend sa source au flanc nord-ouest du massif du Hohneck, dans les Vosges centrales cristallines, à une altitude de 1.185 mètres. Son cours se déroule sur 164 km, pour un bassin versant de 3.085 km<sup>2</sup>. Elle conflue avec la Moselle entre Frouard et Custines, à la cote 190 m (figure 7).

En tête de bassin les affluents drainent des régions cristallines (le Rabodeau) ou gréseuses (la Plaine). Dès que l'on aborde la région triasique, les bassins récepteurs s'élargissent et la pente devient faible. Ainsi à Raon-l'Etape, après 55 km, l'altitude est tombée à 280 mètres. Les ramifications abondantes déterminent un chevelu correspondant au sous-sol marneux imperméable.

Deux affluents importants arrivent en rive droite de la Meurthe:

- la Vezouze, dont les principaux affluents en tête du bassin s'avancent jusqu'aux dernières côtes de grès vosgien et drainent quelques étangs de la région de Réchicourt. Les principaux tributaires sont la Verdurette et la Blette.

- vient ensuite le Sânon, coulant au pied de collines basses formées des affleurements gypseux et dolomitiques de la partie supérieure du keuper moyen, de Xures à Einville; cela concorde avec l'exploitation ancienne du sel gemme autour de ce dernier village.

Un seul affluent important existe en rive gauche de la Meurthe: la Mortagne. Sinon, il n'y a que des ruisseaux insignifiants qui drainent une zone liasique assez étendue: c'est le cas du ruisseau de Foirou.

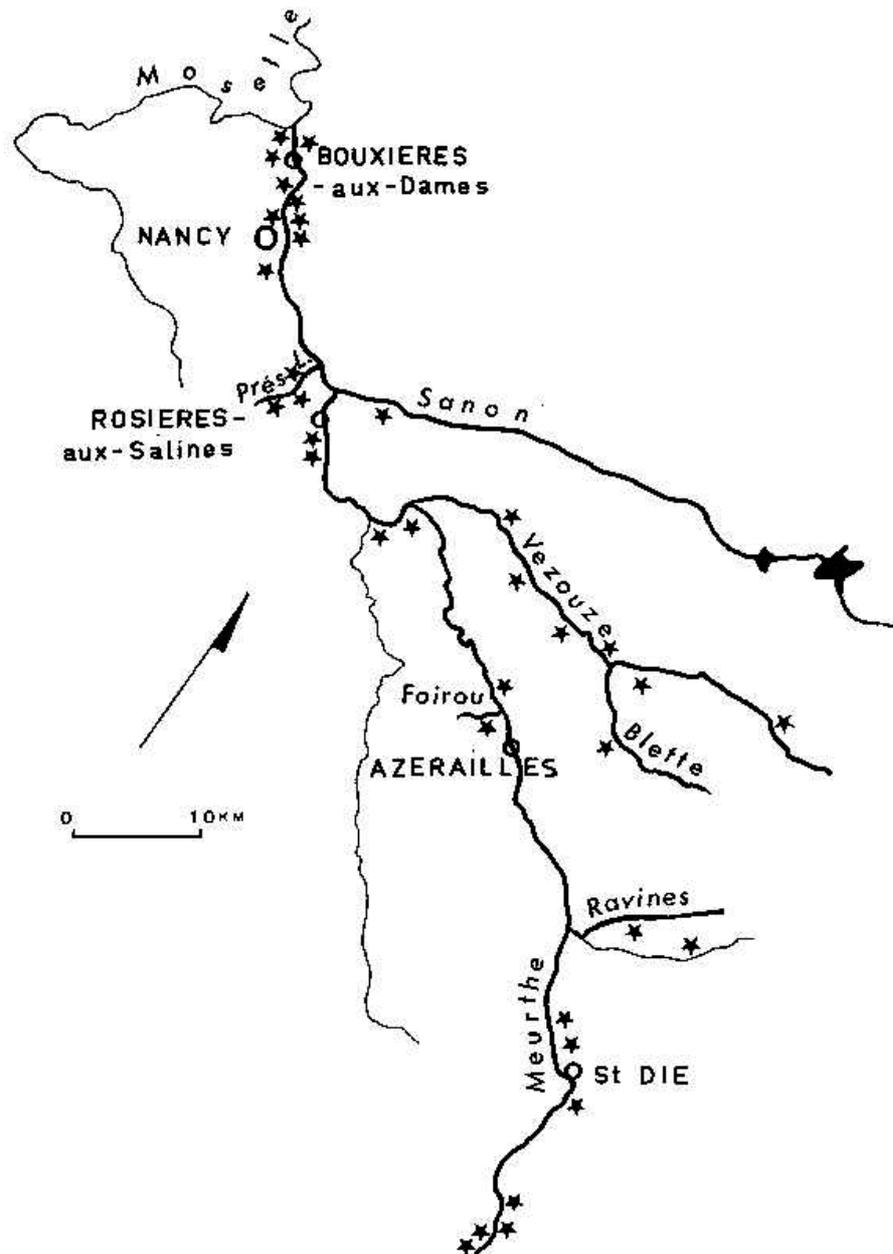


Figure 7 :  
Localisation des stations de prélèvements dans le sous bassin de la Meurthe.

Une assimilation hardie, bien que géographiquement non ridicule, ferait de la Meurthe l'axe principal de l'algologie lorraine. C'est en effet dès 1959 que nos premiers prélèvements à l'origine de la présente contribution ont lieu dans trois stations, dont deux peuvent être confondues, en amont de Nancy. Par la suite près de 150 prélèvements en Meurthe, répartis sur plus de 30 ans, allaient suivre.

Les premiers résultats concernent ainsi les stations amont et aval du barrage de Morteau, au niveau de Rosières-Damelevières et du Pont Varroy, à hauteur de Laneuveville-devant-Nancy (PIERRE 1961, 1962). Simultanément un autre étudiant, Georges BOSSELER, apporte des données sur les stations en aval de Nancy (*in* PIERRE 1965) : Bouxières-aux-Dames, "Pré aux vaches", "La Roquette" et la "Gueule d'Enfer" en amont immédiat de la confluence avec la Moselle.

Parallèlement, de juillet 1960 à août 1961, 11 stations sont sélectionnées de la source à la confluence et visitées à six reprises, dans le cadre d'un doctorat: "source" de la Meurthe, Collet, Rudlin, Plainfaing, Ste-Marguerite, St-Michel, Chenevières, Barrage de Morteau, Pont Varroy, Bouxières et Custines, avant la confluence (PIERRE 1968).

L'étude des eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse, en 1971, amène de nouveaux points de prélèvements, à la Voivre (aval de St-Diè) et Lunéville, conservant Bouxières (PIERRE 1975).

La station du Pont Varroy justifie une mention particulière: elle est soumise à l'influence d'apports naturels et anthropiques de chlorures de sodium et de calcium, mais située en amont elle échappe aux apports organiques des rejets alors peu traités (en 1960) de l'agglomération nancéienne. Une série de prélèvements de septembre 61 à août 62 décrivent l'évolution du peuplement diatomique (PIERRE 1968). L'utilisation d'enceintes dialysantes permet le suivi de l'évolution d'une flore algale soustraite aux facteurs mécaniques du cours d'eau (PIERRE 1969). C'est le point de départ d'une étude prospective, supposant un niveau de rejet de chlorures en Meurthe et ses conséquences prévisibles, et concluant au maintien, avec évolution, de la flore algale et donc de ses capacités autoépuratrices (PIERRE 1970).

La station de Bouxières-aux-Dames, en aval de Nancy, est également digne d'intérêt car elle intègre l'impact des apports minéraux et organiques du bassin de vie Saint-Nicolas-de-Port - Nancy. Aussi, de juin 1983 à mars 1984 l'action des mesures anti-pollution entreprise par les collectivités locales est-elle mesurée (PIERRE 1985). Puis à l'occasion des études préliminaires à la canalisation de la Meurthe, une série de prélèvements concerne les points de contrôle de Nancy, Malzéville, Maxéville, Etang de Malnoy et Bouxières-aux-Dames (PIERRE 1987).

En tête de bassin plusieurs ruisseaux sont visités en 1991 : ruisseau de Grand Bras, affluent de Ravines, les ruisseaux de Bousson et des Chevaux, respectivement affluents du Val et du Chatillon à l'origine de la Vezouze (PIERRE 1996). L'étude particulière de celle-ci est menée en mai 1998 avec des stations de prélèvements dans les ruisseaux du Bousson, du Val, de la Vezouze en amont et en aval de Cirey-sur-Vezouze, en amont de la confluence et dans le ruisseau d'Herbas,

à Frémonville et Bayon (PIERRE 2000). La flore algale d'un affluent, la Blette, est étudiée à l'occasion d'une expertise judiciaire en 1971 mais non publiée.

Pour les petits affluents, la nature du substrat conditionne l'hydrographie ainsi que la physico-chimie des eaux et conduit à l'existence d'une communauté algale plus ou moins spécifique. C'est ce que confirme l'étude d'un ruisseau de la rive droite en zone cristalline, le ruisseau de Ravines (PIERRE 1970 d, 1996), d'un autre sur la rive gauche circulant uniquement sur le muschelkalk, le Foirou (PIERRE 1970 c), tandis que le Sânon, rive droite, est soumis à des apports naturels de saumure (PIERRE 1970 b).

Les conséquences d'un suintement d'hydrocarbures à proximité du dépôt pétrolier de Saint-Nicolas-de-Port sont recherchées sur un petit affluent de la rive gauche de la Meurthe, le ruisseau des Prés Lallemand: ce milieu sensible révèle les premières étapes d'une eutrophisation (PIERRE et KILBERTUS 1973).

Enfin, en forêt de Vitrimont au niveau de Blainville-Damelevières, une prospection du ruisseau de la Voivre livre la présence d'une algue brune, *Heribaudiella fluviatilis* (Aresch.) Sved., participant ici à la biogénèse de croûtes manganiques et dont c'est l'une des deux mentions régionales (PIERRE 1991 a).

## BASSIN DE LA MEUSE

La Meuse naît à une altitude de 403 mètres à Pouilly-en-Bassigny aux environs de Langres. Son bassin versant est en France d'environ 8.000 km<sub>2</sub> pour un cours total de 950 km dont 450 en France (figure 8).

De sa source et jusqu'à Mézières, elle circule entièrement sur des terrains jurassiques, qu'elle quitte pour entrer sur les terrains primaires de L'Ardenne.

La Meuse lorraine, sur ces plateaux jurassiques constituant la bordure occidentale du plateau lorrain, présente une véritable unité sur 250 km. Ce cours possède un caractère insolite par son indépendance envers les réseaux voisins et l'étroitesse de son bassin versant, véritable couloir ne s'élargissant qu'à l'Ardenne. Il y a véritablement discordance entre l'ampleur de la vallée et le débit réduit de la Meuse actuelle. En effet, d'origine vosgienne, la Meuse a subi de ce côté des amputations: cas de la Haute Moselle, ancien affluent mosan dévoyé à Toul pour se jeter dans la Meurthe, ou détournement de nombreux affluents de la haute vallée de la Meuse au bénéfice de la Saône.

Dans sa région haute (1.700 km<sub>2</sub> en amont de Vaucouleurs) la Meuse circule sur des plateaux calcaires secs et fissurés du bathonien supérieur où elle est marquée par des pertes à l'origine d'une vallée sèche, entre Bazoilles et Neufchâteau. Cela s'applique également au Vair.

Sur la rive droite le Vair reçoit la Vraisme à Rémoville et s'ouvre un passage tortueux à travers bajocien et bathonien jusqu'à Gouécourt près de Domrémy où il apporte à la Meuse les dernières eaux vosgiennes qu'elle recevra. Le bassin de réception du Vair (460 km<sub>2</sub>) s'étend au sud jusqu'aux monts Faucilles

dont il dispute les eaux à la Haute Saône et touche, à l'est, au bassin du Madon; il reçoit les eaux de toute la région triasique de Vittel et de la région liasique de Chatenois.

Il n'y a plus sur la rive droite, d'affluents dignes d'être signalés jusqu'à la Chiers au très vaste bassin de réception (2.200 km<sup>2</sup>). Elle amène, ainsi que le Loison, les seules eaux de la Woëvre qui ont réussi à passer le barrage des côtes de Meuse. Ensuite, la Semois (1.350 km<sup>2</sup>) rejoint la Meuse à Monthermé après la traversée des terrains cambriens et dévoniens de l'Ardenne, apportant des eaux d'origines diverses. Elle a son origine à Arlon et son principal affluent est la Rulles qu'elle reçoit à Tintigny. Le cours de la Rulles longe la limite des terrains primaires et secondaires et apporte presque exclusivement des eaux descendant de la forêt recouvrant l'Ardenne.

La rive gauche de la Meuse ne reçoit aucun affluent important.

Après une dizaine d'années d'étude la communauté algale des sous bassins de la Meurthe et de la Moselle commence à être connue et il convenait d'élargir les recherches aux bassins voisins, ce qui débute en 1971 avec 23 prélèvements intéressant 8 stations du cours moyen de la Meuse, à Vignot (proche de Commercy), Romainville, Charny, Inor puis, après la confluence de la Chiers, Donchéry, Lumes, Nouzonville et Ham en aval de la confluence de la Semois (PIERRE 1975a, 1975 b). Les conditions climatiques de 1976 avec une sécheresse considérée comme catastrophique, sans doute pas pire que celles relatées en 1906 et 1911 par VUILLEMIN (1912), ont entraîné en Semois une mortalité piscicole suscitant l'inquiétude des riverains. L'abondance des algues et des herbiers est mise en cause ce qui justifie les prélèvements de septembre 1976 dans 7 stations de la Semois, à Herbeumont, Mortehau, amont et aval de Bouillon, Vresse, Hautes Rivières et Tournavaux (PIERRE 1977). L'occasion est propice pour rappeler que *la prolifération des algues n'est pas la cause, mais le témoignage de l'eutrophisation.*

Le site de Chooz, sur la Meuse en limite de la frontière franco-belge, était susceptible d'accueillir un centre nucléaire de production électrique, d'où une étude préalable dressant entre autre l'état de la communauté algale, à l'aide de 23 prélèvements réalisés en novembre 1977, janvier, mai et juillet 1978, à Frébecourt (aval de Neufchâteau) puis Pont-sur-Meuse, Verdun, Donchéry, Nouzonville, Ham et Chooz (PIERRE 1980 c). En même temps deux stations de la Chiers et de la Semois sont échantillonnées aux mêmes dates (PIERRE 1980 b). A l'occasion du remplacement de l'ancienne centrale nucléaire de 320 MW par de nouvelles tranches unitaires de 1 300 MW, une série de 56 prélèvements algologiques est effectuée de mars 1981 à février 1982 (PIERRE 1985 a) avec huit stations réparties de part et d'autre de la centrale et à proximité immédiate de celle-ci, de Vireux-Wallerand en amont de Ham, à la frontière en aval de Givet.

Dans les années 1980 l'estimation du niveau d'eutrophisation des cours d'eau est devenue un sujet à la mode: on découvrait un mécanisme, que l'Homme a sans doute accéléré mais qui est aussi vieux que le monde. A l'échelle géologique, l'eutrophisation est un mécanisme inéluctable, au même titre que l'érosion.

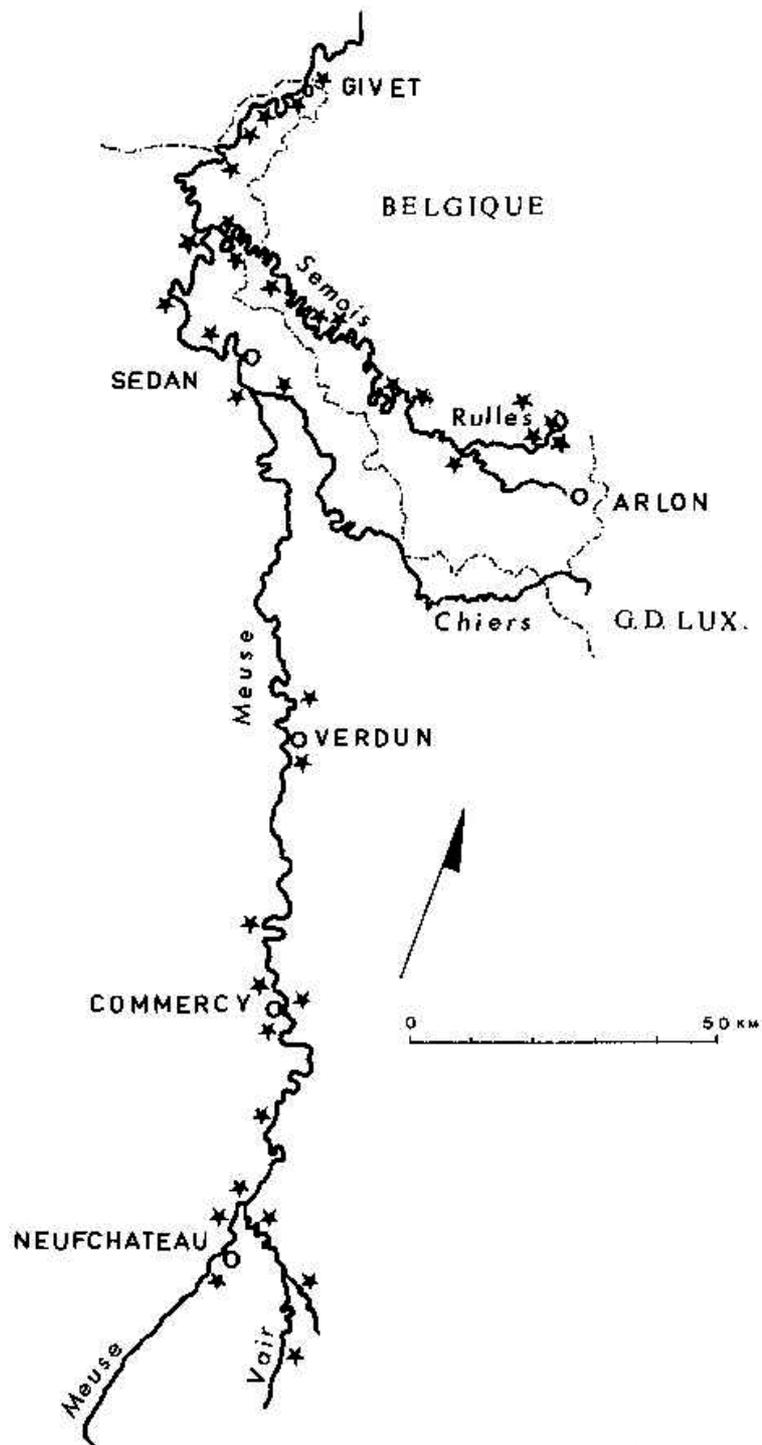


Figure 8  
 Localisation des stations de prélèvements dans le bassin de la Meuse.

Nous avons déjà, dès le début des années 1970, signalé et illustré les mécanismes naturels (complicés par l'activité humaine) de l'eutrophisation des eaux superficielles grâce à un film inscrit au catalogue du Service du Film de Recherche Scientifique en 1972, intitulé "Hydrobiologie en milieux continentaux: écologie des populations algales".

Les quotidiens titraient dans les années suivantes sur les marées vertes ou les marées brunes, notamment de la Moselle ou du cours supérieur de la Meuse et de ses affluents. De mai à octobre 1983, 92 prélèvements sont analysés, provenant des stations de Bazoilles (amont de Neufchâteau), Chalaines, St Mihiel et Verdun-Belleray (PIERRE 1986 b).

L'apport des affluents ne peut être ignoré, eux aussi étant sujets à la manifestation de fleurs d'eau. Ainsi en octobre 1986, deux stations du Vair (Balleville et Moncel-sur-Vair) et une de la Vraisne (au niveau du pont de la départementale 16) sont étudiées et comparées aux stations de Domrémy-la-Pucelle, Maxey et Ourches, pour la Meuse (PIERRE 1987 a).

Dans le cadre du programme "conception d'un système de référence de la qualité des eaux courantes" soutenu par la Commission des Communautés européennes, l'inventaire de la flore algale est complété à partir de quatre prélèvements effectués en juin, octobre, décembre 1983 et mai 1984 au niveau de Inor (PIERRE 1990 a).

## BASSIN DU RHIN

Le Rhin sert de frontière naturelle entre la France et l'Allemagne sur les 150 km de son cours, de Bâle à Lauterbourg (figure 9).

L'hydrographie de la plaine d'Alsace résulte du façonnement fluvial du fossé tectonique rhénan par le Rhin glaciaire (Würm) puis post-glaciaire jusqu'à l'époque des endiguements puis de la canalisation du fleuve dès la deuxième moitié du XIXe siècle.

A la fin de la dernière glaciation würmienne le Rhin chariait d'énormes quantités de sables et de galets. Débouchant, après un dernier goulet, dans un fossé tectonique au niveau de Bâle, il y abandonnait une masse considérable d'alluvions. Ces graviers riches en calcaire, déposés en couches épaisses (de 200 m à 8 m à Seltz) constituent le réservoir d'une nappe phréatique parmi les plus vastes d'Europe.

L'Ill sur la rive gauche collecte à l'amont de Strasbourg l'ensemble des eaux du versant oriental des Vosges. Lors de la période glaciaire la rivière se confondait avec les nombreuses anastomoses du Rhin, puis s'est trouvée captive de la dépression marginale de la plaine rhénane créée à la suite de l'élévation du lit du Rhin par dépôts d'alluvions fines. L'Ill coule maintenant parallèlement au fleuve et de ce fait, entre Bâle et Strasbourg le Rhin ne recevra aucun affluent rive gauche à l'exception des rivières phréatiques ou "Brunnenwasser". Il s'agit d'affleurements de la nappe phréatique occupant d'anciens chenaux du Rhin ou de l'Ill, mais sans contact avec eux à l'amont.

Entre Ill et Rhin s'étend le Ried d'Alsace, désignant la vaste zone humide comprise entre les deux cours d'eau et limitée par Strasbourg au nord et Bâle au sud.

C'est à la suite du traité de Versailles (1919) attribuant à la France l'exclusivité de l'usage hydroélectrique du Rhin que fut entreprise la canalisation du fleuve avec la construction du Grand Canal d'Alsace. Amorçés de Bâle à Kembs en 1928 les travaux furent principalement exécutés de 1950 à 1975, conduisant à un unique canal de Bâle à Brisach, puis à des dérivations formant autant de biefs.

Au nord de Strasbourg plusieurs affluents rejoignent le Rhin sur sa rive gauche, le plus important étant la Moder et son affluent la Zorn.

A part les anciens travaux de GIORGINO et KAMPMANN en 1856 puis de BALDENSPERGER (1925-28) la flore algale alsacienne était inconnue. WERNER, d'origine mulhousienne, dirigeant le laboratoire de cryptogamie de la faculté des sciences de Nancy où fut préparé notre mémoire de doctorat, s'intéressa à la microflore de quelques stations du haut bassin de l'Ill: sources de la Fecht dans la

vallée du Frankental, Fecht, et Ill en aval de Colmar (*in* PIERRE 1965). Une monographie de la Fecht, pluridisciplinaire avec WIDERKEHR L.P., WERNER R.G. et REMY P., menée à partir de prélèvements entre octobre 1955 et juillet 1958 paraît à compte d'auteur en 1966.

L'édification de la centrale nucléaire de Fessenheim, sur la rive gauche du Grand Canal d'Alsace au niveau de Colmar, entraînait pour le gestionnaire (Electricité de France) l'obligation de réaliser une étude d'impact et un suivi écologique. La flore algale était incluse dans les programmes d'études.

Ainsi, depuis 1977 et jusqu'à ce jour, sont analysés trimestriellement des échantillons provenant de 5, puis 3, points de prélèvements situés en amont, au niveau de la prise d'eau de refroidissement et en aval du Centre nucléaire de production électrique. Des séries de résultats furent publiées: PIERRE 1980 a, 1983 a, 1983 b, 1983 c, 1989 a, 1989 b, 1996 a.

*Subsiste-il le souvenir de la pollution chimique des eaux du Rhin à la suite de l'accident survenu à l'usine chimique Sandoz à Bâle, dans la nuit du 31 octobre au 1er novembre 1986? Le déversement dans le Rhin de produits toxiques fut considéré comme une catastrophe écologique majeure susceptible de détruire les écosystèmes rhénans pour plusieurs dizaines d'années. Le 24 novembre nous réalisons des prélèvements sur "nos" stations de référence à Fessenheim où le passage de la pollution avait été enregistré. Il y eut, certes, des dégâts dans le Rhin, notamment pour le poisson. Mais nos résultats étaient nets: au niveau de Fessenheim, moins de quatre semaines après l'accident, il ne subsistait qualitativement et quantitativement, aucune trace visible de dommage touchant la microfaune ou la microflore (PIERRE 1988).*

Dans le cadre de la Commission internationale pour la protection du Rhin s'était mis en place un groupe de travail "plankton" rassemblant des scientifiques des états riverains et auquel nous fûmes invité, pour réaliser des études planctoniques sur les 150 km de fleuve du ressort de la France. Faute de moyens financiers cette coopération ne put se développer et notre contribution à la connaissance algologique du Rhin reste donc confinée au site de Fessenheim.

Une collaboration avec des phytosociologues alsaciens nous a conduit en 1990 à dresser l'inventaire de la partie aval du complexe hydrographique de la Moder (PIERRE 1994 a). Diverses formations du ried ello-rhénan, plus précisément du ried noir (ou ried de la Zembs) furent également inventoriées en octobre 1988 et mai 1989: la Lachter et la source de son affluent le Trulygraben, la Zembs, ainsi que le canal de drainage parallèle au Grand Canal d'Alsace. (PIERRE 1994 b).

Enfin quelques ruisseaux du versant oriental du massif vosgien sont inclus dans l'étude de 1991: le ruisseau de Wasserfall (Doller), ruisseaux de Freland, de Surcenord, de Strembach entre Fecht et Liepvrette, et de la Zorn blanche (PIERRE 1996 b).

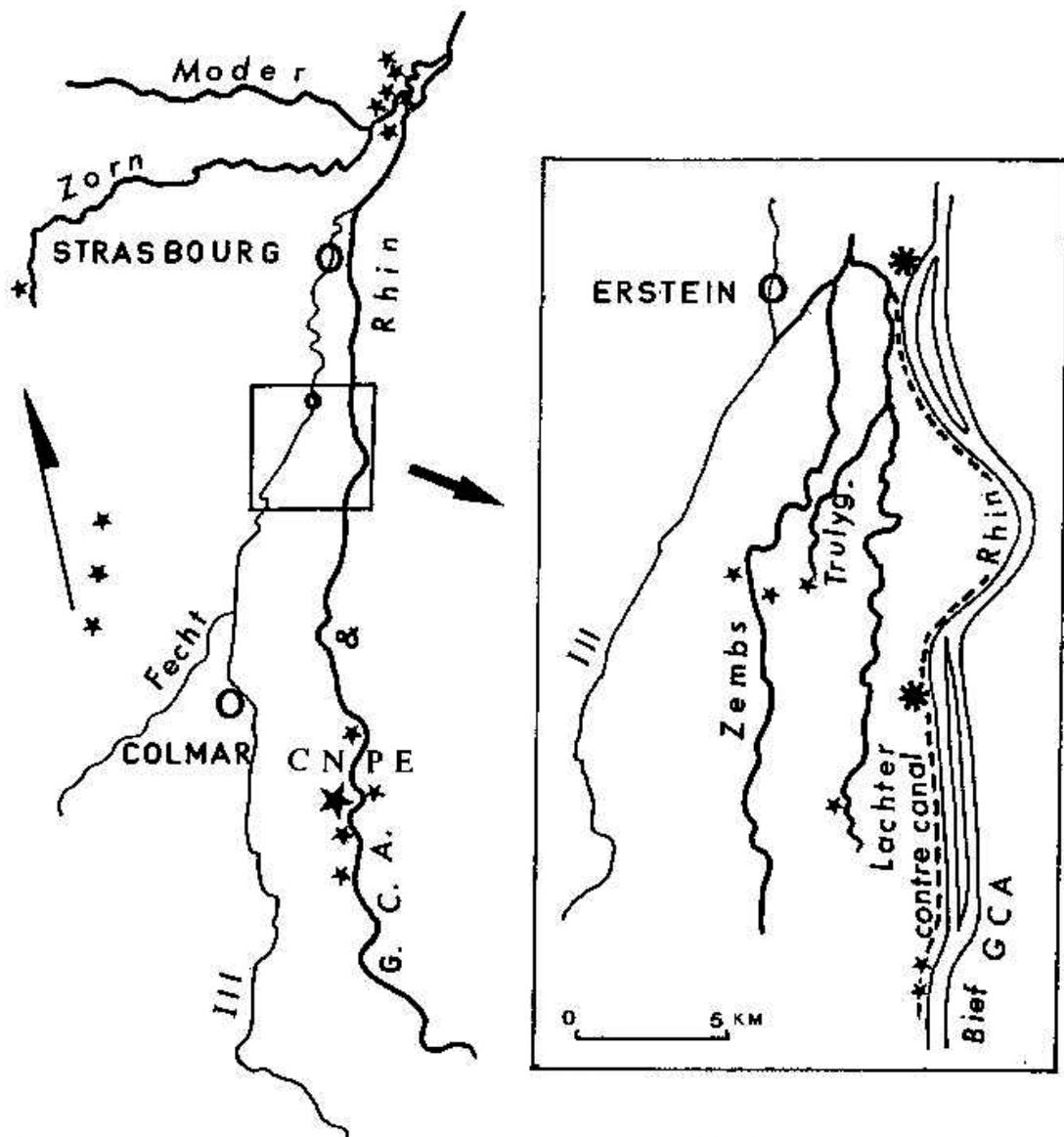


Figure 9  
 Localisation des stations de prélèvements dans le bassin du Rhin.  
 CNPE: Centre nucléaire de production électrique de Fessenheim; G.C.A.: Grand Canal d'Alsace; roues étoilées: usines hydro-électriques de Gerstheim, au nord, de Rhinau au sud.

## LES EAUX CLOSES

Les investigations concernant les eaux closes du bassin Rhin-Meuse sont assez limitées bien que cette région soit riche en étangs et lacs de toutes sortes.

La plupart des études significatives par le nombre de prélèvements ou l'étalement dans le temps, voire les deux, concernent des formations reliées à un fleuve, Moselle en particulier comme c'est le cas pour la réserve sécuritaire du Mirgenbach, centre nucléaire de production électrique de Cattenom, ou la réserve d'eaux naturelles de Richardménil. Le site de Fessenheim sur le Rhin, suivi depuis 1977, représente un cas particulier.

Quelques milieux d'eaux dormantes ont été l'objet de travaux plus ou moins poussés dans le cadre de mémoires conduisant à un diplôme (de faculté ou d'école d'ingénieur). La disponibilité de ces documents s'avère aléatoire et pour y avoir été impliqué nous savons que ces écrits ne citent que des espèces banales.

La flore algale de quelques étangs meurthe-et-mosellans est étudiée par M.L. DE POUQUES (1953, 1955). En 1962 l'étang d'Haspelschiedt, près de Bitche en Moselle est échantillonné (PIERRE 1963). La même année C. PATOU inventorie quelques marais de la vallée de la Seille (*in* PIERRE 1965 b).

L'alimentation en eau potable des communautés urbaines devenait dans les années 70 une préoccupation fondamentale pour toutes les parties concernées. L'augmentation des prélèvements dans les nappes alluviales entraînait des risques de surexploitation avec des conséquences directes sur la qualité de l'eau produite.

Nous avons déjà signalé que, pour leur approvisionnement en eau, la plupart des communes du bassin de la Moselle sont tributaires des eaux superficielles et des nappes fluviales. Aussi des localités comme Montigny-lès-Metz, envisagèrent une réalimentation de la nappe fluviale. Dans ce type d'installation, les algues peuvent être bénéfiques ou nuisibles, aussi 24 prélèvements entre octobre 1976 et novembre 1977 permirent de dresser l'état et le rôle de la communauté algale dans des installations de réalimentation de nappe par de l'eau brute de Moselle (PIERRE 1978 a, 1978 b).

Une série d'étangs du département de Moselle est l'objet d'un suivi annuel de leur communauté algale. Ce sont tout d'abord des étangs dits "de la ligne Maginot": Diffembach, Remering et Welschoff autour de Puttelange-lès-Farschviller, avec 15 prélèvements en septembre, novembre, décembre 1977, mars, mai et juillet 1978 (PIERRE 1981).

Trois autres étangs, ceux de Hirbach, Hoste-Haut et Hoste-Bas livrent la composition de leurs florules algales à partir de 18 échantillons récoltés de mai 1979 à mars 1980 (PIERRE 1985 d).

Suit l'étude de trois étangs, dits aussi étangs d'Outre Moselle, situés à Vauxà proximité de la Moselle et en amont de Metz, prélevés en août 1982 (PIERRE 1985 c).

Entre-temps une visite au lac-tourbière de Lispach (Vosges) établit à partir de deux prélèvements (août 1980) l'état de la communauté algale de ce type de milieu (PIERRE 1983 d). A ce sujet, avouons que l'un de nos regrets est de n'avoir pu étudier de façon plus précise les intéressants milieux que constituent les tourbières vosgiennes encore existantes.

Nos études en Semois nous amènent ultérieurement à déterminer la communauté algale de six étangs en Lorraine belge, à partir de prélèvements effectués en mai et novembre 1982 dans le bassin supérieur de la Rulles (figure 8). Les étangs de la Fabrique, Pont d'Oye, Chatelet et de la Trapperie sur la Rulles, étangs de la Planche, sur le ruisseau du même nom affluent de l'Anlier, et de Moulin d'Anlier sur ce dernier, lui même tributaire de la Rulles, livrent la liste des algues soumises aux conditions de faible minéralité et bonne qualité biologique de ces ruisseaux ardennais (PIERRE 1986 a).

Un patrimoine biologique tout à fait particulier est propre à la Lorraine et correspond aux formations continentales saumâtres principalement développées dans la vallée de la Seille. Après quelques investigations au début des années 1960, ce n'est que récemment que l'étude systématique de ces milieux est entreprise.

Nous avons déjà décrit, dans le bassin de la Seille, la communauté algale de divers systèmes d'écoulements, bien qu'il soit souvent délicat dans cette région, de séparer milieux lotiques et lentiques. Il existe cependant des milieux d'eaux stagnantes bien délimités comme les mares de Blanche-Eglise (PIERRE 1998 a) ou de Lagrange-Fouquet (PIERRE 1997 b).

Totalement inédites, du moins en ce qui concerne l'algologie, sont les stations de la vallée de la Nied à proximité d'Aubécourt. Cela concerne un fossé ceinturant une vaste prairie marécageuse ainsi qu'une mare permanente d'environ 10 m\_ dans le marais (PIERRE 1997 a).

Comme dit plus haut, la séparation entre les eaux closes et les écoulements n'est pas toujours évidente, par suite des complexes relations entre elles. L'étude algologique du réservoir du C.N.P.E. de Cattenom (PIERRE 1990 b, 1992 b), ou de la réserve d'eau à potabiliser de Richardménil, ne peuvent être disjointes de celle de la Moselle. Celle-ci renferme *Ceratium hirundinella* (O.F.Müll.) Schrank. qui devient temporairement l'espèce majeure du Mirgenbach où elle révèle des caractéristiques biométriques et morphologiques tout à fait particulières (PIERRE 1996). A la suite d'investigations dans le réservoir de Richardménil ou de l'étang belfortain de la Véronne (PIERRE 2000), le particularisme de ces populations de *Ceratium hirundinella* se confirme bien qu'il soit difficile, à partir de la description de l'environnement, de dégager des facteurs responsables.

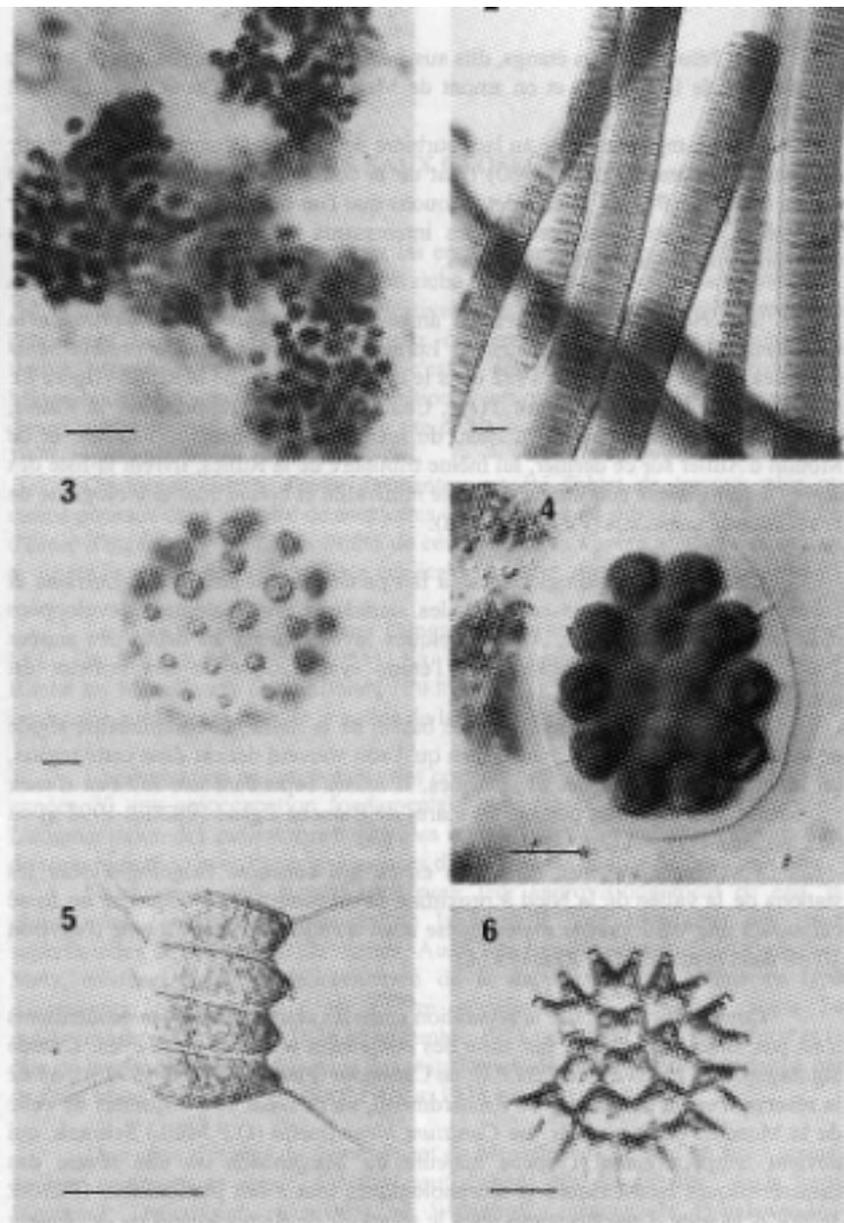


Planche I

la barre représente 20  $\mu\text{m}$ .

CYANOPHYTES : Figure 1: *Microcystis aeruginosa*, colonie à potentialité toxique;  
 Fig. 2: Faisceau d'*Oscillatoria princeps*. CHLOROPHYTES : Fig. 3: *Pleodorina* sp.;  
 Fig. 4: *Eudorina elegans*; Fig. 5: *Scenedesmus* sp.; Fig. 6: *Pediastrum duplex*.

## MATÉRIEL & MÉTHODES



### RÉCOLTE DU MATÉRIEL ALGAL

Nous avons privilégié la récolte des Algues à l'aide du filet à plancton emmanché par rapport à toute autre méthode.

L'un des problèmes non encore résolu en algologie continentale concerne le mode de prélèvement du matériel algal. Il convient de citer l'effort méritoire de l'association des diatomistes de langue française qui vient de lancer en 1999 une étude rassemblant des algologues nationaux et internationaux dans le but de définir un mode de récolte représentatif facilitant ainsi les comparaisons.

La répartition des algues est soumise à de nombreux facteurs et de ce fait, est hétérogène. La difficulté paraît réduite dans les milieux d'eaux closes où l'on peut imaginer que le prélèvement d'un volume d'eau, à une certaine distance du rivage pour éliminer l'effet de bordure, rendra compte de la communauté algale réelle du milieu. Mais les rivages sont par ailleurs très importants en terme de production car ils accueillent une flore littorale et benthique abondante dont le rôle ne peut être ignoré.

Les eaux courantes présentent une difficulté supplémentaire liée justement à l'existence de ce courant qui emporte l'eau: les algues ne sont jamais au contact de la même eau, constamment renouvelée. Il n'est pas non plus possible de tenir comme représentatif le matériel récolté par exemple sur un rocher au milieu d'un cours d'eau: la colonisation de la face exposée au courant n'est pas celle, en qualité et quantité, des faces latérales ou en aval. L'ensoleillement n'est pas le même non plus; un substrat rocheux n'offre pas les mêmes possibilités qu'un fond sableux...

A l'échelle d'une station de prélèvements, sur quelques mètres linéaires ou carrés, la communauté algale est généralement le résultat d'une mosaïque de peuplements. Le meilleur prélèvement sera celui donnant le reflet le plus fidèle de la réalité.

Il n'y a pas, à l'heure actuelle, de panacée. Les modalités de prélèvements doivent, de toute façon, être adaptées au milieu et éventuellement au but recherché, mais toujours précisées.

Nous souhaitons, dès le début de nos investigations, obtenir un inventaire représentatif et aussi complet que possible de la communauté algale de chaque station visitée, d'où l'utilisation préférentielle du filet à plancton emmanché. L'existence d'un manche facilite, tout d'abord, le prélèvement dans les cas de stations d'abord difficile: rives abruptes, en surplomb, vase, etc.. Il permet aussi de couvrir un rayon de deux à trois mètres et de guider le filet de façon à explorer les rives, le fond, les herbiers etc... Avantage également, il détache ou remet en suspension les espèces fixées ou déposées sur le fond qui sont ainsi recueillies, au même titre que les espèces de pleine eau. Cet avantage peut être aussi un inconvénient, car il fait par exemple apparaître des algues entraînées depuis l'amont (le "drift" ou, mieux, le tychoplancton) qui sont tombées sur le fond; elles peuvent y survivre ou y disparaître. De ce fait, reconnaître la présence d'une algue ne suffit pas à rendre compte de son activité, mais révèle quand même son existence: les connaissances actuelles ne permettent pas de décrire avec certitude son devenir; sa présence est une potentialité de survie et de développement et correspond, finalement, à un état des lieux, ce qui est fondamental.

La grande variété des milieux continentaux ne peut hélas se satisfaire de prélèvements uniquement réalisés au filet; il y a en eux trop de diversité.

L'algologue va ainsi s'adapter et les moyens de prélever les algues sont presque illimités:

- il est déjà possible de recueillir "à la main" les algues qualifiées de "macroscopiques", c'est-à-dire visibles à l'oeil nu. A quelques exceptions près, il s'agit de formes filamenteuses plus ou moins ramifiées et enchevêtrées qui finissent par constituer des coussins, des "mattes" volumineuses: il y a pléthore de matériel !

- on peut également gratter les supports variés pour en détacher les algues. C'est une méthode de standardisation souvent préconisée, avec précisions sur la nature du support, surface balayée etc. Nous faisons une importante réserve, car les algues ne sont pas indifférentes à la nature du substrat, même aussi subtilement que lisse ou granuleux. On n'obtient que les algues adaptées au type de support, en laissant échapper les autres, ainsi que les planctoniques etc... Au mieux l'on obtient une image appauvrie de la flore algale potentielle. De plus il apparaît très vite que les substrats utilisables sont limités dans l'environnement: on sélectionne souvent des piles de pont, des parois de barrage, avec la conséquence nous semble-t-il de favoriser les espèces "litho-périphytiques" qui ne sont peut-être pas le reflet le plus fidèle des algues adaptées aux conditions du milieu et à la qualité de l'eau. Cependant, le grattage du substrat peut parfois être le seul moyen pratique de récolte, par exemple dans les petits cours d'eau où l'irrégularité du lit ou la faible épaisseur de la lame d'eau ne permettent pas la manoeuvre du filet.

- le recueil par expression de végétaux est une autre méthode. Ceux-ci représentent souvent pour les algues un micro-milieu particulièrement favorable:

par exemple, à l'aisselle des pseudophylles muscinales règnent des conditions que l'on est incapable de décrire avec précision, même si elles sont soupçonnées: propriétés d'adhérence des parois, métabolites externes, etc.. Sans aller jusqu'à ce niveau, il est sûr que les Bryophytes abritent une microfaune et une microflore qui ne pourraient exister loin d'elles, ne serait-ce qu'à titre de support. Les algues interviennent également: par exemple les algues filamenteuses *Cladophora* sont un soutien semble-t-il idéal pour des diatomées épiphytes comme *Cocconeis* ou *Epithemia*. Il serait intéressant de préciser les compatibilités entre algues supports et espèces épiphytes car cela pourrait décrire plus précisément certaines situations notamment en paléoclimatologie (PIERRE 1987 c).

Dans une tourbière un prélèvement au filet en eau libre est le plus souvent pauvre en espèces et en nombre d'individus alors qu'une expression de Sphaignes livre en abondance Desmidiées et Diatomées. Pour tempérer ce dire, rappelons que le but présent est de dresser un inventaire des Algues présentes à un certain moment à un endroit donné et non, sauf pour quelques uns de nos travaux, d'aborder les questions de biomasse ou de production qui donneront matière à un autre ouvrage.

Les méthodes ci-dessus, prélèvement au filet à plancton emmanché, grattage et expression de végétaux aquatiques, adaptées à la nature géographique ou géologique du milieu, permettent de recueillir une communauté algale proche de la réalité.

L'incertitude demeure, il faut le reconnaître: à ce jour, rien ne prouve que, sur une station parfaitement définie, on obtiendrait le même relevé, qualitatif et quantitatif, au niveau de la communauté algale, en faisant le prélèvement une heure après, ou avant, à quelques mètres en amont ou en aval, en explorant telle petite anse peu profonde, ou bien une rupture de pente. Cependant la méthodologie utilisée et parfois la combinaison entre l'une ou l'autre technique conduit généralement à un résultat satisfaisant.

Que dire en conclusion de ce paragraphe ?

Nous avons utilisé, tant que faire se peut, la même méthode de prélèvements privilégiant le filet à plancton. Nous avons analysé, comme indiqué ci-après, les algues dans les mêmes conditions. Il y a ainsi une certaine continuité au travers de toutes nos contributions, favorisant les comparaisons.

Les inventaires sont le résultat des prélèvements et de l'analyse qualitative et quantitative (plus délicate) de ceux-ci. Le rôle de l'algologue est de dresser l'état de la communauté algale dans des conditions et à des moments donnés ainsi que, le cas échéant, mettre en évidence en tenant compte de sa connaissance des milieux, les discordances ou au contraire les continuités dans la communauté algale pouvant traduire l'impact, réel ou supposé, d'une intervention sur les milieux naturels. Cela implique la disposition d'une banque de données que le présent travail a pour ambition de constituer, au moins au niveau des régions du bassin Rhin-Meuse.

## MÉTHODES D'ÉTUDE

Les méthodes d'étude des algues sont assez bien codifiées. Deux aspects sont à considérer: la conservation du matériel algal récolté et les techniques d'observation.

Chaque fois que les circonstances le permettaient le matériel algal récolté a été étudié à l'état vivant. Sauf cas particulier, comme des stations très eutrophisées ou polluées, les prélèvements peuvent être conservés quelques jours au frais et à l'obscurité sans dommages majeurs. Si l'observation ne peut avoir lieu rapidement il convient de fixer les échantillons pour les conserver. Nous avons utilisé uniquement le formol à une concentration voisine de 2% à partir de la solution commerciale. L'inconvénient reconnu de ce fixateur est de détruire ou de contracter diverses espèces sensibles, notamment celles ciliées ou flagellées. Par contre, il n'y a pas de modification des couleurs, ni de colorations spécifiques comme par exemple avec le lugol. La formolisation permet également l'application ultérieure des réactions de coloration usitées en algologie.

Deux constituants cellulaires sont communément recherchés lors de la détermination des algues: le nombre de noyaux par élément structural, et la présence d'amidon lié à l'appareil plastidial. L'utilisation de carmin aluné et d'eau iodo-iodurée convient fort bien, il n'est pas utile ici de développer le protocole.

L'observation des algues des milieux continentaux en vue de leur détermination nécessite toujours l'emploi du microscope. Le microscope binoculaire n'est pas indispensable mais beaucoup plus confortable lors d'un travail soutenu. Il doit être équipé d'un jeu d'objectifs, par exemple x2,5, x10, x20, x40 et x100 à immersion et d'oculaires x8 et x12,5. Un dispositif de contraste de phase rend service lors de l'observation de matériel vivant, le contraste interférentiel différentiel est plus intéressant car très utile pour l'étude des préparations durables de diatomées.

La disponibilité croissante des microscopes électroniques, à transmission ou à balayage, a révélé des complexités structurales jusqu'alors insoupçonnables au niveau des frustules de diatomées (PIERRE 1970 e). Aux descriptions traditionnelles s'est de ce fait ajoutée une systématique reposant sur ces nouvelles observations, entraînant des changements non seulement de la position dans la classification, mais aussi bien souvent des changements de noms à la suite de chaque nouvelle description. La taxonomie diatomique s'est ainsi compliquée d'autant que cette nouvelle systématique est pratiquement inconciliable avec les travaux dits de routines, réalisables seulement en microscopie optique et qui sont l'ordinaire de beaucoup de diatomistes.

Ce problème a notamment été évoqué lors de colloques de l'association des diatomistes de langue française. Un *modus vivendi* s'est dégagé que l'on peut ainsi résumer: l'utilisation du microscope optique et des ouvrages de systématique classique correspondant sont le seul moyen pratiquement applicable à la majorité

des travaux. Cela concerne en particulier l'établissement d'inventaires et les résultats découlant sont donc reconnus. La recherche fondamentale fera appel aux autres moyens.

//

Les premiers algologues ont très vite identifié cette particularité des diatomées consistant en la possession d'un frustule, c'est-à-dire d'une sorte de carapace bivalve, de boîte à "fond" et "couvercle", constituée de silice amorphe. Les premières tentatives de classement de ces organismes à partir de la morphologie et des caractères de l'appareil plastidial (forme, nombre) sont très vite apparues inadaptées alors que la fixité de l'ornementation très fine du frustule était unanimement admise.

L'observation de ces détails nécessite le nettoyage des valves afin de les débarrasser de toute trace de matière organique. De nombreuses méthodes ont été utilisées. Dans un premier temps nous avons procédé par grillage, la matière organique étant détruite par chauffage à 500-600 °C, puis nous avons ensuite utilisé une méthode chimique de destruction des structures cellulaires par oxydation au peroxyde d'hydrogène concentré (eau oxygénée à 110-130 volumes). Les frustules ainsi nettoyés sont ensuite montés entre lame et lamelle pour constituer une préparation microscopique durable dans le temps. Afin d'augmenter le contraste et faciliter l'observation des détails on utilise un milieu de montage d'indice de réfraction le plus élevé possible. L'usage de baumes d'origine végétale a progressivement fait place à des milieux de montage de type résines organiques. Nous utilisons comme beaucoup de diatomistes le milieu de montage "naphrax".

## **OUVRAGES DE DÉTERMINATION**

Chaque espèce vivante est identifiée depuis LINNÉ (1707-1778) par un double nom, celui de genre suivi du nom de l'espèce. Pour lever toute ambiguïté, ce binôme doit être suivi du nom plus ou moins abrégé du descripteur, l'auteur du nom.

La systématique, science de la classification relative des êtres vivants, a parfois été associée à des relents poussiéreux. En fait cette discipline évolue constamment et sait tirer parti des connaissances nouvelles pour évoluer: citons simplement les rapprochements à partir de l'ADN mitochondrial ...

Sporadiquement, des spécialistes ont éprouvé la nécessité de mettre un peu d'ordre dans des groupes plus ou moins importants d'êtres vivants. Ils ont pour cela rassemblé et ordonné dans des faunes ou des flores tous les organismes connus à une époque en donnant les moyens de les différencier, à l'aide de tableaux de caractères ou de clés dichotomiques. Cela a été le cas pour les algues et de nombreux ouvrages de détermination ont été publiés. Malgré cela, beaucoup de groupes d'algues restent encore mal connus, ou trop rares n'ont pas donné lieu à des flores récentes et complètes.

### **Cas des Algues non diatomiques**

Ce terme est à préférer à celui d'algues non siliceuses, d'apparence plus commode mais incorrect. Il correspond à l'ensemble des algues à l'exclusion des diatomées. C'est par conséquent un groupe très vaste et très varié. Il renferme des algues de toutes couleurs: algues bleues (nous y reviendrons), algues vertes, algues jaunes-brunes et algues rouges, avec de nombreuses subdivisions. Seuls certains groupes ou sous-groupes peuvent être déterminés en travaux de routines, le plus souvent parce qu'il existe un ouvrage de détermination suffisamment complet et récent.

Il ne faut pas oublier que les algues sont réparties de façon très diverse à la surface du globe, et que si certaines espèces sont cosmopolites d'autres ne vivent que dans des aires géographiques parfois restreintes (espèces endémiques). Il est ainsi nécessaire que les flores employées correspondent au domaine géographique étudié, même si le spécialiste peut parfois s'arranger d'ouvrages plus ou moins exotiques.

### **Cas des diatomées**

Ces algues jouent un rôle majeur car elles sont ubiquistes; rares sont les milieux qui en sont dépourvus. Certaines diatomées sont parmi les organismes les plus résistants à la pollution.

Si elles sont pratiquement toujours présentes on s'est aussi aperçu très vite que beaucoup possédaient des préférences écologiques plus ou moins nettes, d'où l'idée de les utiliser comme indice de la qualité de l'eau. De très nombreux travaux ont été consacrés à ce sujet, ce qui nécessitait une connaissance précise de la systématique du groupe. Cette demande a été satisfaite par l'édition de flores souvent très complètes.

Il n'est pas question ici de citer tous les ouvrages de détermination utilisés, ni les nombreuses publications de systématique consultées. Les principales références figurent en fin d'ouvrage, dans la bibliographie spécialisée.

## CATALOGUE SYSTÉMATIQUE



Il existe pour ce groupe des algues, finalement très hétérogène, de nombreuses classifications.

Les caractères retenus peuvent être nombreux et variés, chaque algologue étant en "droit", selon l'importance qu'il affecte à tel ou tel critère, d'établir sa propre classification.

Sans entrer dans le détail il est possible de préciser qu'il existe deux grands types de classement des algues: un classement que l'on peut qualifier de pratique, permettant à partir de clés souvent dichotomiques la reconnaissance des espèces et leur regroupement, utilisé pour les inventaires "de terrain" et une classification plus complexe, du type phylétique, tenant compte des affinités, des filiations probables entre groupes, concernant plus spécialement la recherche. On peut dire que le microscope est l'instrument du premier cas, l'autre faisant appel à des critères de morphologie ou cytologie ultrastructurales et également à des critères biochimiques, voire génétiques.

Le présent inventaire s'inscrit sans conteste dans la première catégorie. La reconnaissance des genres et espèces repose fondamentalement sur des observations morphologiques au niveau du thalle ou de la cellule, obtenues en microscopie optique traditionnelle, complétées quand nécessaire par des réactions bio-chimiques élémentaires.

Il existe un nombre assez important d'ouvrages traitant de la systématique des algues (cf bibliographie). Cependant il n'y a pas à l'heure actuelle d'ouvrages récents couvrant la totalité des groupes d'algues, et certains de nos taxons correspondent à des synonymes parfois obsolètes car obtenus à partir de travaux plus ou moins anciens, dont la consultation reste pourtant fort utile et parfois seule possible pour affiner ou confirmer une détermination et qui parfois sont seuls disponibles.

Tous les taxons cités ici font référence à deux flores:

- pour les algues non diatomiques, la classification générique suit la "flore des algues d'eau douce" de P. BOURRELLY (1966-1970)
- pour les diatomées c'est la "Sußwasserflora von Mitteleuropa : Bacillariophycées" de K. KRAMMER & H. LANGE-BERTALOT (1986-1991).

En suivant BOURRELLY, les algues sont ainsi réparties :

Division des Cyanophytes (Algues bleues)  
Division des Chlorophytes (Algues vertes)  
Division des Pyrrophytes (Eugléniens, Péridiniens)  
Division des Chrysophytes (Algues jaunes-brunes)  
Divisions des Phéophytes (Algues brunes) et des Rhodophytes (Algues rouges) qui sont peu représentées dans les milieux aquatiques continentaux.  
Les diatomées (Chrysophytes *pro parte*) seront présentées séparément, à la suite.

## CYANOPHYTES

Elles sont également nommées Cyanophycées ou algues bleues. Ce groupe soulève de nombreux problèmes: les cellules sont en effet de type procaryote, c'est-à-dire dépourvues de noyau individualisé. Cela les apparente directement aux autres procaryotes beaucoup plus nombreux et diversifiés que sont les bactéries. Aussi nombre d'auteurs récents tendent à leur substituer le nom de Cyanobactéries.

Nous n'entamerons pas de polémique sur la position réelle de cet ensemble. Simplement, sur la base d'observations sur le terrain ou au microscope, il apparaît que ces organismes peuvent être reconnus, quoique avec des réserves, sur la base de critères morphologiques ou cellulaires, voire biochimiques; que leur rythme de division cellulaire, en l'absence de sexualité connue, est comparable à celui des algues eucaryotes; que les lieux qu'ils habitent et que leurs rôles dans l'écosystème (en rappelant au passage qu'elles effectuent une véritable synthèse chlorophyllienne avec fixation de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> et libération de dioxygène O<sub>2</sub>) sont tout à fait comparables à ceux des autres algues. Pour ces raisons nous considérons qu'il est légitime de traiter les Cyanophytes comme une division du groupe des algues, d'autant que les ignorer sous prétexte d'une appartenance bactérienne serait dénaturer l'environnement biologique des milieux aquatiques.

L'exemple suivant défend cette position: dans certaines stations aux eaux très pures du massif vosgien, en situation ombragée, les algues eucaryotes sont pratiquement absentes hormis quelques diatomées représentant une biomasse infime alors que les cyanophycées édifient des touffes ou des placages macroscopiques. Le fait que beaucoup d'entre elles soient autotrophes pour le carbone et l'azote, et leur adaptation aux faibles éclaircements grâce à des pigments surnuméraires expliquent leur présence. Elles constituent ainsi l'essentiel de la biomasse et de la production primaire, créent un habitat pour la microfaune, et enrichissent le milieu en y libérant diverses substances pouvant agir comme nutriments, vitamines ou facteurs de croissance, regroupées sous le terme de

métabolites externes. Négliger ces cyanophycées conduit à considérer de telles stations comme dépourvues de flore algale...

Dans des situations extrêmes (température, toxicité etc.) les cyanophycées représentent souvent les derniers êtres vivants capables de supporter l'agressivité du milieu.

A côté de ces aspects plutôt positifs il convient de rappeler que les cyanophycées peuvent être à l'origine de graves nuisances en milieux continentaux, rejoignant là encore les algues: c'est le cas lors d'une prolifération excessive conduisant au phénomène connu sous le nom de fleurs d'eau, ce terme explicite étant de loin préférable au faux sens du mot anglais "bloom".

Nous y reviendrons plus loin.

### *CHLOROPHYTES*

Ce sont les algues vertes. Elles constituent un ensemble relativement homogène malgré la diversité morphologique et cytologique de ses éléments, sans évoquer leur sexualité !

La détermination des algues vertes au niveau du genre est facilitée par le travail encyclopédique de BOURRELLY qui fait référence même si, comme nous l'avons déjà signalé, les positions systématiques peuvent être discutées.

L'absence de documentation relativement récente à notre disposition n'a pas permis de pousser les déterminations au niveau de l'espèce pour un certain nombre de genres. Nous avons ainsi abandonné la reconnaissance spécifique de genres tels *Scenedesmus*, des Desmidiacées (les *Closterium* déterminés le sont suivant la Rabenhorst' Kryptogamen-Flora) où les descriptions nouvelles reposent sur des observations en microscopie électronique irréalisables en travaux de terrain, mais également de genres comme *Zygnema*, *Spirogyra*, *Mougeotia* pour ne mentionner que des algues vertes, qui ne peuvent être déterminés avec précision qu'en présence de zygotes (nous n'avons observé ceux-ci que deux fois en quarante ans!).

### *PYRROPHYTES*

Ce groupe est peu représenté dans les milieux explorés. Ce sont des Dinophycées (ou Péridiniens) dont l'espèce la plus représentative et la plus commune est *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Schrank. La systématique précise du groupe repose largement sur l'observation des plaques thécales pour ceux qui en possèdent, ce qui est difficile voire impossible à réaliser en travaux de routine.

Les Euglénophycées (ou Eugléniens) sont rattachées à cette division en suivant la commodité offerte par BOURRELLY (1966, I, page 26).

## CHRYSOPHYTES

Les pigments surajoutés à la chlorophylle donnent à ces algues des teintes vert-jaune ou brune parfois caractéristiques. Le groupe se subdivise en:

- Chrysophycées, représentées par peu d'espèces, parfois à l'état d'exemplaire isolé comme *Hydrurus foetidus* (Vill.) Trév. ou encore *Rhipidodendron huxleyi* Kent.,

- Xanthophycées, avec des formes unicellulaires, coenobiales ou filamenteuses pouvant prêter à confusion avec des Chlorophycées mais s'en séparant facilement par l'absence d'amidon plastidial (réaction à l'iode),

- Bacillariophycées (ou Diatomophycées, ou Diatomées) : ce sont toujours des formes unicellulaires, parfois coloniales, dont la cellule est enfermée dans une carapace siliceuse à deux valves (le frustule) très finement ornementée, cela de manière spécifique. La reconnaissance systématique repose fondamentalement sur cette ornementation, ce qui nécessite une préparation des frustules avant l'observation.

Les Centrophycidées sont les diatomées dont les valves sont circulaires, polygonales ou elliptiques. Leur ornementation obéit à un axe de symétrie.

Les Pennatophycidées aux valves allongées ont habituellement une symétrie bilatérale.

Les Diatomées constituent de loin le groupe dont la systématique est la plus précise. De plus ces organismes sont ubiquistes et cosmopolites, bien qu'individuellement les espèces puissent présenter des préférences marquées envers certains facteurs de l'environnement. Ajouté à la facilité de conservation de ces algues, cela explique l'intérêt particulier qui leur est porté depuis longtemps.

## PHÉOPHYTES et RHODOPHYTES

Ces divisions correspondent aux Algues brunes et aux Algues rouges bien connues par leurs thalles qui peuvent atteindre plusieurs décimètres, mètres ou dizaines de mètres en milieu océanique. Par contre il y a peu de représentants dans les milieux aquatiques continentaux: 5 genres et 5 ou 6 espèces de Phéophytes, moins de 200 espèces pour les Rhodophytes, principalement pour ces dernières des *Lemanea* et des *Batrachospermum*. La distinction spécifique est délicate et fait souvent appel à des caractères sexuels jamais observés chez les rares individus récoltés dans la zone étudiée.



## ALGUES non DIATOMIQUES

La recherche des algues autres que diatomées est réalisée d'office sur tous les prélèvements.

Dans la liste suivante, la distribution des algues apparaît par bassins et sous bassins, ceux-ci étant ainsi codifiés:

bassin de la Moselle : MO  
 sous bassin de la Meurthe : Me  
 sous bassin de la Seille : Se  
 sous bassin de la Sarre : Sa  
 bassin de la Meuse : MS  
 bassin du Rhin, rive gauche : RH  
 eaux closes : étangs, tourbière : EC

Les réservoirs (Mirgenbach à Cattenom, Richardménil), les retenues (Madine et Rupt-de-Mad, étangs de Lorraine belge) ainsi que les marais ou mares salés sont rattachés aux bassins ou sous bassins correspondants.

L'ordre suivi est celui de la classification selon P. BOURRELLY (1966-70).

Les algues non diatomiques sont représentées par 193 taxons (genres ou espèces). Les Chlorophytes sont les plus nombreuses avec presque la moitié des citations (95) suivies des Cyanophytes (65) avec les réserves sur la notion d'espèce chez ces dernières.

Pyrrophytes (6) et Chrysophytes hormis les diatomées (24) n'apparaissent qu'en nombre restreint dans les échantillons. L'obligation fréquente de fixer le matériel a entraîné la disparition de certains de leurs représentants. Toutefois, le nombre d'espèces observées mais non déterminées d'eugléniens ou de péridiniens ne dépasse pas la dizaine.

Phéophytes et Rhodophytes sont en tout petit nombre, respectivement 1 et 2 taxons. Dans les stations susceptibles de les abriter ils n'ont pas été spécialement recherchés par grattage ou cueillette sur les blocs rocheux.

## Division des CYANOPHYTES

### Ordre des CHROOCOCCALES

*Coelosphaerium kuetzingianum* Naeg. : MO

*Merismopedia elegans* A. Br. : MO, Me, Sa, RH, EC

*M. punctata* Meyen : MO

*M. tenuissima* Lemm. : MO

*Microcystis aeruginosa* (Kuetz.) Kuetz. : MO, Me, RH

*M. holsatica* Lemm. : MO

*M. ichtyoblade* Kuetz. var. *rosea* Kuff. : Se

*M. incerta* (Lemm.) Lemm. : RH

*M. roseana* (de Bary) Elenkin (*Aphanocapsa rivularis*) : MO, Sa

*Synechocystis aquatilis* Sauv. : RH

### Ordre des NOSTOCALES

*Anabaena affinis* Lemm. : MO, RH

*A. circinalis* (B & F) Rabh. : MO

*A. felisii* B. & F. : Se

*A. flos-aquae* (B & F) Bréb. : MO, EC

*A. minutissima* Lemm. : RH

*A. oscillarioides* (B & F) Bory : MO

*A. solitaria* Kleb. : MO

*A. solitaria* fo. *planctonica* (Brunnth.) Kom. : MO, EC

*A. spiroides* Kleb. : Me, RH, EC

*A. variabilis* (B & F) Kuetz. : MO, Se

*Aphanizomenon flos-aquae* (B & F) Ralfs : MO, EC

*Gloeotrichia pisum* Thur. :

*Lyngbya* \* *aerugineo-caerulea* Gom. : RH

*L. aestuarii* (Gom.) Liebm. : Se, MS

*L. angustissima* (W & W) Iltis : MO

*L. autumnalis* (Gom.) Senna : MO

*L. bourrellyana* Compère : RH

*L. confervoides* (Gom.) Ag. : Se

*L. corum* (Ag.) Gom. : MO, Me

*L. diguetii* Gom. : MO, Me, RH

*L. foveolarum* (Gom.) Hansg. : Me, RH

*L. inundata* (Gom.) Hansg. : MO, Me

*L. jadinianum* Gom. : MS

*L. major* (Gom.) Menegh. : RH

*L. mollis* (Gom.) Compère : RH

*L. subfusca* Kuetz. : Me, MS

*L. subtilissima* Hansg. : Me, Se

*L. autumnalis* (Gom.) Senna : Se, Sa

---

\* Le genre *Lyngbya* élargi intègre *Phormidium*

***Microcoleus chthonoplastes*** Thuret : Se  
***Nodularia harveyana*** Thuret : Se  
*N. spumigena* Mertens : EC  
***Nostoc verrucosum*** Vaucher : Me, EC  
***Oscillatoria acuminata*** Gom. : Se  
*O. agardhii* Gom. : MO, Sa, MS, RH, EC  
*O. amphibia* Ag. : Sa, MS, EC  
*O. brevis* (Gom.) Kuetz. : Se  
*O. chalybea* Mertens : MO, Me, Se, MS, EC  
*O. curviceps* (Gom.) Ag. : Me, Sa, RH  
*O. laetevirens* (Gom.) Crouan : Se  
*O. limosa* (Gom.) Ag. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*O. mougeotii* (Lemm.) Kuetz. : MO, Se, MS, EC  
*O. princeps* Vaucher : Me, Se, Sa, MS, EC  
*O. rubescens* D.C. : EC  
*O. rupicola* (Hansg.) Forti : MO, Me, RH, EC  
*O. sancta* Kuetz. : MO, Me, Se  
*O. simplicissima* Gom. : MO, Me, RH  
*O. tenerima* Kuetz. : MO  
*O. tenuis* (Gom.) Ag. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*O. tenuis var. tergestina* (Kuetz.) Rabh. : MO, Me, Se  
*O. terebriformis* (Gom.) Ag. : Me, MS  
***Spirulina jeneri*** (Stizenb.) Geitler : MS  
*S. laxa* Smith : Se  
*S. maior* Kuetz. : Me, Se, RH, EC  
*S. meneghiniana* Zanard. : Se  
*S. subsala* Oersted : RH

La toxicité de certaines Cyanophytes comme *Microcystis* ou *Anabaena* est souvent signalée. Il ne semble cependant pas y avoir eu de cas recensés en région tempérée. Nous avons assez régulièrement constaté des proliférations de la part de ces espèces, notamment dans des réservoirs, sans jamais recueillir d'information laissant supposer une activité toxique. Il est cependant souhaitable de surveiller le développement de ces algues en cas notamment d'utilisation de l'eau pour l'alimentation humaine.

Les *Spirulina* sont l'objet dans certaines régions tropicales d'une consommation traditionnelle et renferment des composés à haute valeur ajoutée. Elles se rencontrent dans les formations saumâtres de la vallée de la Seille, l'irrégularité de leur développement et les difficultés de récolte rendant utopique toute valorisation à partir de ces milieux naturels.

## Division des CHLOROPHYTES

### Ordre des *VOLVOCALES*

*Chlamydomonas* sp. : MO, Me, EC

*Gonium pectorale* Muell. : MO

*Pandorina morum* (Muell.) Bory : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

*Eudorina elegans* Ehr. : MO, Me, MS, RH

*Pleodorina* sp. : MO

*Volvox aureus* Ehr. : MO, Me, EC

### Ordre des *CHLOROCOCCALES*

*Tetraedron caudatum* var. *longispinum* Lemm. : MO

*T. limneticum* Borge : MO

*T. minimum* (Naeg.) Hansg. : MO, EC

*T. trigonum* (Naeg.) Hansg. : MO, EC

*Polyedriopsis spinulosa* Schmidle : MO

*Korshikoviella* sp. : MO

*Ankira judai* (Smith) Fott. : MO

*Chlorella* sp. : MO, Me, MS, EC

*Oocystis crassa* Wittr. : MO

*Chodatella ciliata* (Lagerh.) Lemm. : MO, Me

*Treubaria planctonica* (Smith) Korch. : MO

*T. triappendiculata* Bernard : MO

*Kirchneriella obtusa* (West) Schmidle : MO

*Selenastrum bibraianum* Reinsch : MO, Me, MS, EC

*S. gracile* Reinsch : MO

*Ankistrodesmus falcatus* (Corda) Ralfs : MO, Me, MS, EC

*Closteriopsis longissimum* Smith : MO, EC

*Golenkinia* sp. : MO

*Golenkiniopsis* sp. : MO

*Micractinium* sp. : MO

*Errerella bornhensisensis* Conrad : MO

*Dictyosphaerium* sp. : MO, Me

*D. pulchellum* Wood : MS

*Coelastrum microsporum* Naeg. : MO, Me, MS, RH, EC

*C. reticulatum* (Dang.) Senna : MO

*Crucigenia quadrata* Morren : MO, EC

*C. rectangularis* (Naeg.) Gay : MO

*C. tetrapedia* (Kirch.) W & W : MO

*C. tetrapedia* fo. *emarginata* Bourr. : MO

*Tetrastrum staurogeniaeforme* (Schr.) Lemm. : MO

*Scenedesmus* pl. sp. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

*Actinastrum hantzschii* Lagerh. : MO, Me, RH, EC

*Hydrodictyon reticulatum* (L.) Lagerh. : MO, RH

*Pediastrum boryanum* (Turp.) Menegh. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*P. boryanum* var. *cornutum* (Racib.) Sulek : RH  
*P. duplex* Meyer : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*P. simplex* (Meyer) Lemm. : MO, Me, MS, EC  
*P. tetras* (Ehr.) Ralfs : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

**Ordre des ULOTHRICALES**

*Ulothrix subtilissima* Rabh. : Me, MS, RH  
*U. tenerina* Kuetz. : RH  
*U. tenuis* Kuetz. : MO, MS, RH  
*U. zonata* Kuetz. : MO, Me, MS, RH  
*Geminella interrupta* Turp. : RH  
*Microspora lauterbornii* Schmidle : MO

**Ordre des ULVALES**

*Enteromorpha intestinalis* (L.) Link. : MO, Me, Se, RH  
*E. tubulosa* Ag. : Se  
*E. salina* Kuetz. : Se  
*E. compressa* (L.) Grev. : Se  
*E. linza* (L.) Ag. : Se  
*Percusaria* (*Enteromorpha*) *percusa* (Ag.) Ag. : Se

**Ordre des CHAETOPHORALES**

*Chaetophora elegans* (Roth.) Ag. : Me  
*Stigeoclonium* sp. : MO, Me, Sa, MS, RH  
*S. protensum* (Dillw.) Kuetz. : MO

**Ordre des OEDOGONIALES**

*Oedogonium* sp. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

**Ordre des SIPHONOCCLADALES**

*Rhizoclonium hieroglyphicum* (Kuetz.) Stockm. : MO, Me, Sa, RH  
*R. ssp. riparium* (Harvey) Stockm. : Me, Se  
*Cladophora basiramosa* Schmidle: MO, Me, Sa  
*C. glomerata* (L.) Kuetz. : MO, Me, MS, RH

**Ordre des ZYGNÉMATALES**

*Zygnema* sp. : MO, Me, RH, EC  
*Mougeotia* sp. : MO, Me, MS, RH  
*Spirogyra* sp. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*Cyclindrocystis brebissonii* Menegh. : MO  
*Closterium acerosum* (Schrank) Ehr. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*C. aciculare* West : MO, RH  
*C. acutum* (Lyngb.) Bréb. : RH  
*C. acutum* var. *variabile* (Lemm.) Krieg. : MO  
*C. diana* Ehr. : EC

*C. ehrenbergii* Menegh. : MO, Me, Sa, MS, RH  
*C. leibleinii* Kuetz. : MO, RH  
*C. lineatum* Ehr. : EC  
*C. littorale* Gay : MS  
*C. lunula* (Muell.) Nitzsch : Me, Sa, EC  
*C. macilentum* Bréb. : MO, Sa, EC  
*C. moniliferum* (Bory) Ehr. : MO, Me, MS, RH  
*C. pritchardianum* Arch. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*C. pronum* Bréb. : MO, EC  
*C. ralfsii* Bréb. : EC  
*C. rostratum* Ehr. : Me  
*C. strigosum* Bréb. : Mo, Me, MS  
*C. striolatum* Ehr. : Me  
*C. tumidum* Johns : MO  
*C. tumidulum* Gay : MO, Me, MS, RH  
*C. venus* Kuetz. : MO, Me, RH  
***Pleurotaenium trabecula*** (Ehr.) Naeg. : Me, RH  
***Euastrum* sp.** : MO, Me  
***Micrasterias crux melitensis*** (Ehr.) Hassall : EC  
***Cosmarium* sp.** : MO, Me, MS, RH  
***Actinotaenium cucurbita fo rotundatum*** (Krieg.) Teil. : MO, Sa, RH  
***Staurastrum* sp.** : MO, MS, RH, EC

C'est principalement dans la Moselle que les Chlorophytes sont signalées par suite notamment de l'étude détaillée qui leur a été consacrée lors du suivi de la réserve d'eau à potabiliser de Richardménil (PIERRE 2001 ).

Dans la région, elles sont pratiquement absentes ou peu représentées au coeur de la période hivernale. C'est en mai-juin qu'elles offrent la diversité maximale et la prolifération des Volvocales ( *Eudorina*, *Pandorina*, *Coelastrum* ) et des Chlorococcales ( *Scenedesmus*, *Pediastrum* ) conduit parfois à des aspects de fleurs d'eau souvent qualifiées de "marées vertes" pour rappeler la coloration de l'eau qui en résulte.

Le développement des formes filamenteuses est plus spectaculaire, sous forme d'"herbiers" ou de mattes flottant à la surface, leur dérive pouvant être cause de nuisances [ *Cladophora glomerata*, centrale de Richemont, Moselle (PIERRE 1972 b)].

L'intense prolifération d'*Hydrodictyon reticulatum* dans la retenue du Mirgenbach a fait l'objet d'essais de valorisation brutalement stoppés par la disparition de l'algue après trois années de présence, pour des raisons que le suivi des paramètres physico-chimiques n'a pu expliquer. Ce comportement souvent observé peut également se manifester au niveau du zooplancton.

*Rhizoclonium hieroglyphicum*, *Mougeotia*, *Spirogyra pl. sp.*, *Zygnema*, participent également à ces proliférations de surface.

Le genre *Enteromorpha* mérite une mention particulière. Sa présence est anciennement attestée dans la vallée de la Seille et de la Meurthe (GOMONT 1908 in PIERRE 1966 a). *E. intestinalis* se rencontre ici et là dans des eaux pratiquement douces: Moselle, Meurthe, canal d'Alsace, mais surtout dans des formations saumâtres de la vallée de la Seille où elle est accompagnée de 5 (ou de 4 + *Percusaria*) autres espèces. Si d'autres algues filamenteuses accompagnent ces *Enteromorpha*, les Chlorophytes unicellulaires ou coloniales sont pratiquement absentes des milieux visités.

## Division des PYRROPHYTES

### EUGLÉNOPHYCÉES

#### Ordre des EUGLÉNALES

*Euglena* sp. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*Phacus* sp. : MO, Me, Se, MS, RH, EC

*Trachelomonas* sp. : EC

### DINOPHYCÉES

#### Ordre des PÉRIDINIALES

*Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Schrank : MO, Me, RH, EC

*Peridinium* sp. : MO, RH, EC

*Gymnodinium* sp. : EC

La détermination de ces organismes pose un certain nombre de difficultés:

Les euglènes ont des cellules métabolites et se contractent souvent lors de la fixation dissimulant ainsi certains caractères.

La reconnaissance des péridiniens nécessite l'observation des plaques thécales. Pour ces deux groupes une information complémentaire en microscopie électronique est souvent utile.

Ces méthodes sont inapplicables lors de travaux de routine, d'autant que le plus souvent ces algues étant isolées il n'est pas possible de rassembler toutes les caractéristiques nécessaires en une seule observation.

Une mention particulière concerne *Ceratium hirundinella*.

Cette Dinophycée caractéristique est aisément reconnaissable et se rencontre ici et là dans la région, sans doute dérivante en rivière, mais capable de prolifération dans les eaux dormantes.

Elle se rencontre en abondance dans le réservoir du Mirgenbach à certaines périodes avec des variations morphologiques et dimensionnelles tout à fait particulières qui ne se manifestent pas dans d'autres milieux régionaux (PIERRE 1996 c, 1999 b).

## Division des CHRYSOPHYTES

### CHRYSOPHYCÉES

#### *Ordre des CHROMULINALES*

*Chromulina* sp. : MO

*Celloniella palensis* Pascher : RH

*Hydrurus foetidus* (Vill.) Trév. : RH

#### *Ordre des OCHROMONADALES*

*Ochromonas* sp. : MO, Me, EC

*Syncrypta* sp. : MO

*Uroglena volvox* Ehr. : EC

*Anthophysa vegetans* (O.F.M.) Stein. : MO, MS, RH, EC

*Dinobryon bavaricum* Imhof : EC

*D. cylindricum* Imhof : Me

*D. divergens* Imh. var. *schauinslandii* (Lemm.) Brunnth. : RH

*D. sertularia* Ehr. : MO, Me, RH, EC

*D. sociale* Ehr. : EC

*Mallomonas* sp. : MO

*Synura* sp. : MO

#### *Ordre des ISOCHRYSIDALES*

*Rhipidodendron huxleyi* Kent : MO

### XANTHOPHYCÉES

#### *Ordre des MISCHOCOCCALES*

*Chloridella* sp. : EC

#### *Ordre des TRIBONÉMATALES*

*Heterothrix bristoliana* Pascher : MS

*H. quadrata* (Pascher) Pascher : MS

*Bumilleria* sp. : Se

*Tribonema vulgare* Pascher : MO, Me, Se, RH, EC

*T. pyrenigerum* Pascher : RH

*T. fonticulum* Ettl : MO

*T. viride* Pascher : Me, Sa

#### *Ordre des VAUCHÉRIALES*

*Vaucheria* sp. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH

Les Chrysophycées sont généralement discrètes dans les stations visitées, *Anthophysa vegetans* pouvant parfois apparaître communément.

Deux espèces sont à citer pour leur rareté : il s'agit d'*Hydrurus foetidus* dont le thalle gélatineux se développe dans les eaux froides et courantes des régions montagneuses, et de *Rhipidodendron huxleyi*, hôte habituel des tourbières à sphaignes. Rencontrées une seule fois à l'état d'exemplaire unique, respectivement dans le canal d'Alsace et la Moselle, ces algues sont dérivantes depuis l'amont.

*Vaucheria* n'ayant jamais été rencontrée en phase de reproduction sexuelle il n'a pas été possible de distinguer les espèces. En se basant sur le diamètre des thalles, il semble que deux ou trois types soient présents. L'algue fréquente tous les milieux, sauf les étangs où elle n'est pas observée. Elle est très abondante dans les formations saumâtres de la vallée de la Seille. Dans le Grand Canal d'Alsace au niveau de Fessenheim elle est initialement dominante dans la station d'aval où les conditions d'envasement lui paraissent favorables. Au cours du temps, et sans modifications apparentes de l'environnement, elle était amenée à partager sa dominance, de plus en plus fréquemment, avec *Cladophora*, jusqu'à devenir rare, voire absente, tandis que la présence de *Cladophora* devenait discrète.

### **BACILLARIOPHYCÉES (Diatomophycées, Diatomées)**

Ce groupe systématique est traité à part, à la suite.

## **Division des PHÉOPHYTES**

### ***Ordre des ECTOCARPALES***

***Heribaudiella fluviatilis* (Aresch.) Sved. : Me, RH**

*Heribaudiella* paraît participer à l'édification de croûtes manganiques dans le ruisseau de la Voivre, affluent de la Meurthe (PIERRE 1991 a). Il se développe également sur les galets du lit de la Lachter, dans le Ried alsacien.

## **Division des RHODOPHYTES**

### ***Ordre des NÉMALIONALES***

***Batrachospermum* sp. : RH**

***Lemanea* sp. : MO, Me**

*Lemanea* semble commune dans les eaux du massif vosgien mais n'a pas été spécialement recherchée. Le thalle glaireux du *Batrachospermum* ne peut être manqué, il faut le considérer comme très rare dans la région, trouvé uniquement dans une source phréatique du ried d'Alsace.

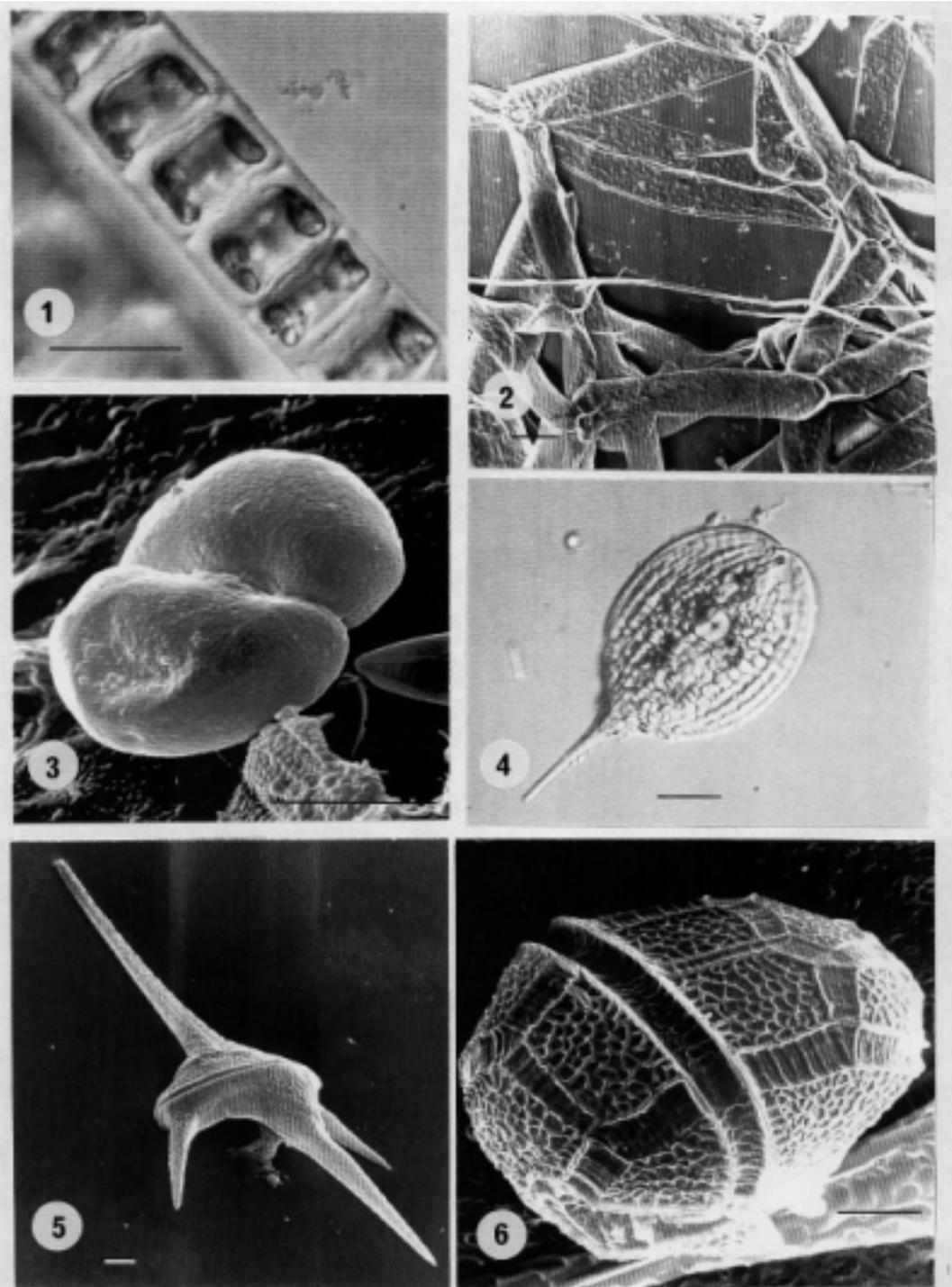


Planche II. la barre représente 10  $\mu\text{m}$  sauf Fig. 2 (100  $\mu\text{m}$ ).  
 CHLOROPHYTES: Figure 1: *Ulothrix zonata*; Fig. 2 (MEB): *Hydrodictyon reticulatum*; Fig. 3 (MEB): *Cosmarium sp.*. PYRROPHYTES EUGLENOPHYCEES: Fig. 4 : *Phacus sp.*; PYRROPHYTES DINOPHYCEES: Fig. 5 (MEB): *Ceratium hirundinella*; Fig. 6 (MEB): *Peridinium sp.*

## DIATOMÉES



Cet inventaire du peuplement diatomique résulte du dépouillement de près de 1500 échantillons intéressant 235 points de prélèvements :

bassin de la Moselle (MO) :	39 stations	550 échantillons
sous bassin de la Meurthe ( Me) :	50	160
sous bassin de la Seille (Se) :	32	44
sous bassin de la Sarre (Sa) :	25	53
bassin de la Meuse (MS) :	43	202
bassin du Rhin (RH) :	34	423
Eaux closes (EC) :	12	39

Il n'était matériellement pas possible de rassembler sous forme de tableaux cette masse de données qui pour la plupart ont fait l'objet de publications étalées dans le temps (bibliographie *in fine*).

Tous les taxons recueillis sont disposés par ordre alphabétique des genres. La taxonomie de référence est celle de la "Süßwasserflora" de KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991). L'indication abrégée d'un bassin ou sous-bassin indique que la diatomée y est présente au moins dans l'une des stations.

Le cas échéant un court commentaire signale quelques particularités concernant le genre ou des espèces du genre. Les dimensions forcément limitées de cet ouvrage ne permettent pas d'y introduire des commentaires détaillés, notamment écologiques, pour chacun des 567 taxons recensés.

Genre **ACHNANTHES** Bory

- Achnanthes bioretii* Germain : MO, Me  
*A. brevipes* Ag. : MO, Me, Se, Sa, MS  
var. *intermedia* (Kuetz.) Cleve : MO, Me, Se  
var. *islandica* (Oestrup) L-B. : Se  
*A. clevei* Grun. fo. *rostrata* Hust. : MO, RH  
*A. coarctata* (Bréb.) Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
*A. conspicua* Mayer : Se  
*A. delicatula* (Kuetz) Grun. : Se  
*A. hungarica* (Grun.) Grun. : MO, Se, MS  
*A. exigua* Grun. : Me  
*A. flexella* (Kuetz.) Brun : MO, MS, RH, EC  
*A. inflata* (Kuetz.) Grun. : Se, RH  
*A. joursacense* Heribaud : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*A. laevis* Oestrup : MO  
*A. lanceolata* (Bréb.) Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
var. *haynaldii* (Schaars.) Cleve : Se  
ssp. *rostrata* Hust. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*A. lapidosa* Krasske : Me  
*A. minutissima* Kuetz. : MO, Me, Se, MS, RH  
*A. oestrupii* (A Cleve-Euler) Hust. : RH  
*A. oblongella* Oestrup : Me  
*A. parvula* Kuetz. : Se  
*A. peragalli* Brun & Heribaud : Me  
*A. subsessilis* Kuetz. : Me, Se, MS

Apparaît le plus souvent en petit nombre d'individus; seuls *A. joursacense*, *A. lanceolata* et variétés sont trouvés dans tous les types de milieux régionaux.

Genre **ACTINOCYCLUS** Ehrenberg

- A. ehrenbergii* Ralfs : RH  
var. *tenella* (Bréb.) Hust. : MO, Me, RH  
var. *crassa* (W. Sm.) Hust : RH  
*A. normanii* (Greg.) Hust ssp. *normanii* : MO, Me, Se,  
ssp. *subsalsus* : Me, RH

Plus souvent rencontré en zone marine côtière, le genre n'est régionalement représenté que par des espèces dispersées pouvant compenser une faible salinité par un niveau trophique conséquent.

Genre **ACTINOPTYCHUS** Ehrenberg

- A. undulatus* (Bail.) Ralfs : MO, Me, Se, Sa, RH

Cette espèce réputée marine apparaît toujours isolée; elle est curieusement absente des marais salés du Saulnois.

Genre **AMPHIPLEURA** Kuetzing

*A. pellucida* (Kuetz.) Kuetz. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

*A. rutilans* (Trent.) Cleve : MS

Dispersé à l'état d'exemplaires isolés.

Genre **AMPHORA** Ehrenberg

*A. coffeaeformis* (Ag.) Kuetz. : Se

*A. commutata* Grun. : Me, Se

*A. holsatica* Hust. : Se

*A. inariensis* Krammer : RH

*A. lybica* Ehr. : MO, Me, Se, RH

*A. normanii* Rabh. : Me, Se

*A. ovalis* (Kuetz.) Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*A. pediculus* (Kuetz.) Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*A. veneta* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH

Les trois premières espèces préfèrent les eaux saumâtres. *A. ovalis* et *A. pediculus* sont les plus répandues, parfois assez communes.

Genre **ANOMOEONEIS** Pfitzer

*A. brachysira* (Bréb.) Grun. : Me

*A. seriens* (Bréb.) Cleve : Me, EC

*A. sphaerophora* (Ehr.) Pfitzer : MO, Me, Se, MS, RH, EC

fo. *costata* (Kuetz.) Schmid : Se

fo. *sculpta* Krammer : Se

*A. vitrea* (Grun.) Ross : RH

Rares exemplaires dispersés dans la région.

Genre **ASTERIONELLA** Hassall

*A. formosa* Hassall : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

Typiquement planctonique, l'espèce est présente dans les cours d'eau à courant lent et les retenues (*i.e.* Mirgenbach) où elle peut devenir dominante à certaines périodes.

Genre **AULACOSEIRA** Thwaites

*A. ambigua* (Grun.) Simonsen : MO

*A. distans* (Ehr.) Simonsen : MO, Me, MS, RH

*A. granulata* (Ehr.) Simonsen : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *angustissima* (O. Mueller) Simonsen : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*A. italica* (Ehr.) Simonsen : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *tenuissima* (Grun.) Simonsen : MO, RH

*A. islandica* (O. Mueller) Simonsen : Me, RH, EC

*A. lirata* (Ehr.) Ross : MO, Me, Sa, RH

*A. muzzanensis* (Meister) Krammer : Se

*A. valida* (Grun.) Krammer : EC

Seules *A. granulata* et sa var. *angustissima*, dans une moindre mesure *A. italica*, sont bien distribuées dans la région et parfois non rares.

Genre **BACILLARIA** Gmelin

*B. paradoxa* Gmelin : MO, Me, Se, Sa, MS, EC

De préférence halophile euryhaline, en courant lent, elle est cependant absente de la région rhénane.

Genre **CALONEIS** Cleve

*C. alpestris* (Grun.) Cleve : MO, RH

*C. amphisbaena* (Bory) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

fo. *subsalina* (Donkin) V. Werff & Huls : Se

*C. bacillum* (Grun.) Cleve : MO, Me, Se, MS, RH

*C. leptosoma* (Grun.) Krammer : Me

*C. molaris* (Grun.) Krammer : MS

*C. permagna* (Bailey) Cleve : MO, Me, Se, RH, EC

*C. pulchra* Messikommer : Me

*C. schumanniana* (Grun.) Cleve : MO, Se, RH, EC

var. *biconstricta* (Grun.) Reichelt : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

*C. silicula* (Ehr.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*C. tenuis* (Greg.) Krammer : Me

*C. thermalis* (Grun.) Krammer :

*C. undulata* (Greg.) Krammer : MO

*C. westii* (W. Sm.) Hendey : Se, RH

*Caloneis amphisbaena* et *C. silicula* fréquentent les divers milieux régionaux, irrégulièrement et toujours en petit nombre d'individus. Le genre est rare dans le bassin sarrois.

Genre **CAMPYLODISCUS** Ehrenberg

*C. hibernicus* Ehr. : MO, Me, MS, RH, EC

*C. noricus* Ehr. : Me, Se

Ces deux diatomées aux formes spectaculaires sont très rarement rencontrées et toujours isolées.

Genre **COCCONEIS** Ehrenberg

*C. disculus* (Schumann) Cleve : Me, MS, RH

*C. neodiminuta* Krammer : Me, MS, RH

*C. neothumensis* Krammer : MS, RH

*C. pediculus* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*C. placentula* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *euglypta* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *lineata* (Ehr.) van H. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH

*C. scutellum* Ehr. : MS

*Cocconeis pediculus* et *C. placentula* font partie des diatomées les plus souvent rencontrées et parfois en grande abondance. Leur statut d'épiphyte peut les favoriser lors de récoltes au filet. Ils constituent notamment des manchons denses sur les thalles de *Cladophora sp.*, avec des *Diatoma* periphytiques (Fessenheim, Grand Canal d'Alsace).

Genre **COSCINODISCUS** Ehrenberg

*C. antiquus* A Cleve-Euler : Me

*C. apiculatus* Ehr. : Me

*C. asteromphalus* Ehr. : Me

*C. curvatulus* Grun. : Me, RH

*C. excentricus* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, RH

*C. kuetzingii* A Schmidt : Me

*C. marginatus* Ehr. : MO, Me, Sa, RH

*C. oculus-iridis* Ehr. : Me

*C. perforatus* Ehr. : Me

*C. radiatus* Ehr. : Me, MS, RH

*C. tabularis* Grun. var. *egregius* (Ratray) Hust. : Me

Les *Coscinodiscus* sont des espèces marines; seul *C. lacustris* [*Thalassiosira bramaputrae* (Ehr.) Hakansson] est fréquemment rencontré dans les milieux continentaux. Nos premières investigations sur la Meurthe ont révélé la présence de nombreuses espèces de *Coscinodiscus*, il est vrai le plus souvent en individus isolés. Diverses enquêtes ultérieures nous ont permis d'écarter l'hypothèse d'un apport par rejet industriel de diatomites; de plus, d'autres espèces fossiles auraient dans ce cas été rencontrées. Il est vraisemblable que les implantations industrielles liées au sel puissent localement permettre le maintien voire la prolifération de populations de *Coscinodiscus*. L'extension des investigations montre que d'autres milieux, certains liés plus ou moins directement au sel (vallée de la Seille, proximité des mines de potasse pour le Grand Canal d'Alsace) peuvent livrer, toujours isolément, des frustules. Quelques exemplaires sont également récoltés en Moselle, Sarre et Meuse; leur origine sera évoquée plus loin.

Genre **CYCLOSTEPHANOS** Round

*C. dubius* (Fricke) Round : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

Genre **CYCLOTELLA** (Kuetzing) Brébisson

*C. bodanica* Grun. : MO, RH

var. *affinis* (Grun.) A Cleve-Euler : RH

var. *lemanica* (O. Mueller) Bachmann : Me, RH

*C. comensis* Grun. : RH

*C. distinguenda* Hust. : MO, RH

var. *unipunctata* (Hust.) Hakansson : Se, RH

*C. iris* Brun & Heribaud : Me, Sa, MS, RH

*C. krammeri* Hakansson : MS  
*C. meneghiniana* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*C. ocellata* Pantocsek : MO, Me, Se, MS, RH  
*C. planctonica* Brunn. : MO, Me, Se  
*C. pseudostelligera* Hust. : Me  
*C. radiosa* (Grun.) Lemm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*C. rossii* Hakansson : MO, Me, RH  
*C. stelligera* Cleve & Grun. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*C. striata* (Kuetz.) Grun. : MO, Me, Sa, RH  
*C. stylorum* Brightw. : RH

*Cyclotella*, forme planctonique, est présente dans les grands cours d'eau et les étangs, avec principalement *C. meneghiniana*, *C. radiosa* et *C. stelligera*. Seule la première a été rencontrée avec une abondance significative. La région rhénane, au niveau de Fessenheim, livre de nombreuses espèces, dont certaines comme *C. bodanica* et ses variétés, sont dérivantes.

#### Genre **CYMATOPLEURA** W. Smith

*C. brunii* Petit & Brun : RH  
*C. elliptica* (Bréb.) W. Sm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
 var. *hibernica* (W. Sm.) van H. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*C. solea* (Bréb.) W. Sm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
 var. *apiculata* (W. Sm.) Ralfs : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

Ces grandes et belles espèces ne peuvent être ignorées lors d'un dépouillement: elles apparaissent ainsi dans de très nombreux relevés mais, sauf exception, sont toujours rares et très souvent isolées.

#### Genre **CYMBELLA** Agardh

*C. affinis* Kuetz. : Me, Se, Sa, RH  
*C. amphicephala* Naeg. : RH  
 var. *hercynia* (A. Schmidt) Cleve : MO  
*C. aspera* (Ehr.) Cleve : MO, Me, Se, MS, RH, EC  
*C. caespitosa* (Kuetz.) Brun : MO, Me, Se, MS, RH, EC  
*C. cistula* (Ehr.) Kirchner : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*C. cuspidata* Kuetzing : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*C. cymbiformis* Agardh : MO, Me, Se, MS, RH,  
 var. *nonpunctata* Fontell : Se  
*C. ehrenbergii* Kuetz. : MO, Me, Se, MS, RH, EC  
*C. elginensis* Krammer : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*C. gracilis* (Ehr.) Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*C. hauckii* van H. : Me  
*C. helvetica* Kuetz. : MO, Me, MS, RH, EC  
 var. *curta* Meister : MO, Me, MS, RH  
*C. heteropleura* (Ehr.) Kuetz. : MS, RH  
*C. lanceolata* (Ehr.) Kirchner : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*C. lata* Grun. : MO, RH  
*C. leptoceros* (Ehr.) Kuetz. : Se  
*C. minuta* Hilse : MO  
*C. naviculiformis* (Auerswald) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*C. perpusilla* A Cleve-Euler : Me  
*C. prostrata* (Berk.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH EC  
*C. silesiaca* Bleisch : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*C. sinuata* Greg. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
*C. subcuspidata* Krammer : Me, MS  
*C. tumida* (Bréb.) van H. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*C. tumidula* Grun. : Me, RH

*Cymbella helvetica* var. *curta* n'est pas reconnue par KRAMMER & LANGE-BERTALOT; nous l'avons cependant conservée car sur le site de Fessenheim il existe deux populations assez faciles à séparer. Nous avons de même regroupé sous *C. silesiaca* l'espèce type et les variations passant à *C. ventricosa* Kuetzing. Le genre est plutôt bien représenté dans les milieux continentaux explorés, sans espèces caractéristiques évidentes. Localement l'une ou l'autre espèces peuvent apparaître en quantité notable, comme *C. helvetica*, également *C. silesiaca* ou *C. sinuata*.

#### Genre **DENTICULA** Kuetzing

*D. elegans* Kuetz. : MO, RH  
*D. kuetzingii* Grun. : RH  
*D. tenuis* Kuetz. : MO, Se, MS, RH  
*D. subtilis* Grun. : Se

Espèces isolées ici et là.

#### Genre **DIATOMA** Bory

*D. anceps* (Ehr.) Kirchner : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*D. ehrenbergii* Kuetz. : MO, Me, Se, MS, RH  
*D. hiemalys* (Roth) Heiberg : MO, Me, Se, MS, RH  
*D. mesodon* (Ehr.) Kuetz. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*D. moniliformis* Kuetz. : MO, Se, MS, RH  
*D. tenuis* Ag. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*D. vulgaris* Bory : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
 morphotype *brevis* : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
 morphotype *capitulata* : Se, RH  
 morphotype *linearis* : MO, Me, Sa, MS, RH  
 morphotype *ovalis* : MO, Me, MS, RH  
 morphotype *producta* : MO, Me, Se, Sa, MS, RH

Le genre est rencontré pratiquement partout, dans tous les types d'eaux. *Diatoma vulgaris* et ses variétés font souvent partie des diatomées dominantes, notamment lorsque le prélèvement capture les espèces périphtiques. Un exemple

est celui des stations amonts du site de Fessenheim, sur le Grand Canal d'Alsace. Les autres espèces semblent préférer des eaux peu minéralisées, en tête de bassins.

Genre **DIPLONEIS** Ehrenbeg

*D. alpina* Meister : RH

*D. elliptica* (Kuetz.) Cleve : MO, Me, Se, MS, RH

*D. interrupta* (Kuetz.) Cleve : Me, Se

*D. maulerii* (Brun) Cleve : RH

*D. oblongella* (Naeg.) A Cleve-Euler : MO, Me, MS, RH

*D. ovalis* (Hilse) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*D. parma* Cleve : Se

*D. pseudovalis* Hust. : Se

*D. puella* (Schumann) Cleve : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

Si certains *Diploneis* semblent préférer les eaux minéralisées, le genre n'est représenté que par des espèces isolées à très rares.

Genre **ELLERBECKIA** Crawford

*E. arenaria* (Moore) Crawford : MO, RH

Cette espèce spectaculaire par la taille et l'ornementation n'a été rencontrée que très rarement, à l'état isolé. Uniquement présente dans le réservoir du Mirgenbach et le bassin rhénan : canal d'Alsace, Ried, Moder.

Genre **ENTOMONEIS** Ehrenberg

*E. alata* (Ehr.) Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS

*E. costata* (Hust.) Reimer : MO, MS

*E. ornata* (Bailey) Reimer : MO, Me, MS

*E. paludosa* (W. Sm.) Reimer var. *subsalina* (Cl.) Krammer : MO

Ces diatomées sont rarement observées.

Genre **EPITHEMIA** Brébisson

*E. adnata* (Kuetz.) Bréb. : MO, Me, Se, MS, RH, EC

*E. argus* (Ehr.) Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*E. goeppertiana* Hilse : RH

*E. hyndmannii* W. Sm. : RH

*E. sorex* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*E. turgida* (Ehr.) Kuetz. : MO, Me, Se, MS, RH, EC

var. *granulata* (Ehr.) Brun : Me, RH, EC

Les stations de Fessenheim ont livré les sept taxons recensés, toujours très rares.

Genre **EUNOTIA** Ehrenberg

*E. arcus* Ehr. : MO, Me, MS, RH

var. *bidens* Grun. : MO, Me, EC

*E. bidentula* W. Sm. : MS, EC

*E. binularis* (Ehr.) Mills : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
 var. *mucophila* L-B. & Nörpel : Me  
*E. diodon* Ehr. : Me, MS  
*E. elegans* Oestrup : EC  
*E. exigua* (Bréb.) Rabh. : MO, Me, MS, RH, EC  
*E. flexuosa* (Bréb.) Kuetz. : Me, EC  
*E. formica* Ehr. : MO, Me, Sa, MS, RH  
*E. glacialis* Meister : Me, MS  
*E. hexaglyphis* Ehr. : Sa, EC  
*E. implicata* Nörpel : Me  
*E. incisa* Greg. : MO, Me  
*E. intermedia* (Krasske) L-B. & Nörpel : Me  
*E. meisteri* Hust. : Me  
*E. minor* (Kuetz.) Grun. : MO, Me  
*E. monodon* Ehr. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*E. muscicola* Krasske var. *perminuta* (Grun.) Nörpel & L-B. : Me, RH  
 var. *tridentula* Nörpel & L-B. : Me  
*E. paludosa* Grun. var. *trinacria* (Krasske) Nörpel : Me  
*E. parallela* Ehr. : Me  
*E. pectinalis* (Dillw.) Rabh. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
 var. *undulata* (Ralfs) Rabh. : MO, Me, Sa, MS, EC  
*E. praerupta* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
 var. *bidens* (Ehr.) Grun. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
 var. *inflata* Grun. : Me, MS, RH  
*E. serra* Ehr. : Me, MS, RH  
 var. *tetraodon* (Ehr.) Nörpel : MO, Me, Sa, MS, EC  
*E. soleirolii* (Kütz.) Rabh. : MO, Me, Se, RH  
*E. sudetica* O. Mueller : Me, MS  
*E. tenella* (Grun.) Hust. : Me  
*E. triodon* Ehr. : Me  
*E. veneris* (Kuetz.) de Toni : Me, Sa, MS, EC

Les *Eunotia* sont préférentiellement des organismes d'eaux acides ou d'eaux vives et pures; comme toujours quelques espèces peuvent s'accommoder d'un environnement moins favorable. Leur sensibilité aux chlorures se manifeste par une absence quasi-totale dans les formations saumâtres de la vallée de la Seille, les trois espèces qui y sont rencontrées (*E. bilunaris*, *E. praerupta* et *E. soleirolii*) étant pour leur part distribuées dans toutes sortes d'eaux de la région. Compte tenu de ces préférences le bassin de la Meurthe rassemble toutes les espèces citées sauf *E. bidentula* et *E. hexaglyphis*; *E. elegans* trouvé seulement dans le lac-tourbière du Lispach appartient géographiquement à ce bassin. Cette diversité résulte des nombreuses stations de prélèvements favorables au genre : ruisseaux acides et Haute-Meurthe, cours de la Vezouze. Les étangs ardennais sur la Rulles enrichissent pour leur part l'inventaire mosan.

Genre **FRAGILARIA** Lyngbye

- F. arcus* (Ehr.) Cleve : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
var. *amphioxys* (Rabh.) Brun : MO, Me, Sa, MS, RH  
*F. bicapitata* Mayer : Me, MS  
*F. biceps* (Kuetz.) L-B. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*F. bidens* Heiberg : MO, RH  
*F. brevistriata* Grun. : MO, Se, RH, EC  
var. *inflata* (Pantocsek) Hust. : MS  
*F. capucina* Desmazières : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
var. *gracilis* (Oestrup) Hust. : MO, Me, Se, MS, EC  
var. *mesolepta* (Rabh.) Rabh. : MO, Me, MS, RH, EC  
var. *rumpens* (Kuetz.) L-B. : MO, Me, Se, MS, RH, EC  
var. *vaucheriae* (Kuetz.) L-B. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*F. constricta* Ehr. : MO  
*F. construens* (Ehr.) Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
fo. *binodis* (Ehr.) Hust. : MO, Me, MS, RH, EC  
fo. *venter* (Ehr.) Hust. : MS, RH, EC  
*F. crotonensis* Kitton : MO, MS, RH  
*F. cyclosum* (Brutschy) L-B. : RH  
*F. dilatata* (Bréb.) L-B. : MO, Me, Se, MS, RH  
*F. elliptica* Schumann : Se  
*F. exigua* Grun. : Se  
*F. famelica* (Kuetz.) L-B. : Se  
*F. fasciculata* (Ag.) L-B. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*F. heidenii* Oestrup MO  
*F. lapponica* Grun. : Se, RH  
*F. leptostauron* (Ehr.) Hust. : MO, Me, Sa, MS, RH,  
var. *dubia* (Grun.) Hust. : MO, Me, Se, MS, RH  
var. *martyi* (Heribaud) L-B. : MO, MS, RH  
*F. parasitica* (W. Sm.) Grun. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*F. pinnata* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
var. *lancettula* (Schumann) Hust. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*F. pulchella* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*F. reicheltii* (Voigt) L-B. : MO  
*F. tenera* (W. Sm.) L-B. : Me  
*F. ulna* (Nitzsch) L-B. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
[*acus*] : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
[*angustissima*] : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
[*danica*] : MO, Me, Se, RH  
[*oxyrhynchus*] : MO, Me, Sa, MS  
*F. virescens* Ralfs : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*F. ungeriana* Grun. : RH

Le genre est bien représenté dans les eaux lenticules, rivières ou retenues.  
Formant de longs rubans les Fragilaires restent fixées aux supports ou se détachent

et poursuivent leur développement en pleine eau. Elles représentent parfois une part importante de la biomasse diatomique. Deux espèces par leur grande rareté (une seule observation chacune) peuvent être signalées: *F. cyclosum* (canal d'Alsace à Fessenheim) et *F. (Centronella) reicheltii* dans le réservoir du Mirgenbach.

Nous avons conservé la variété *amphioxys* de *Fragilaria (Ceratoneis) arcus* car les deux morphologies types se rencontrent, avec peu de formes intermédiaires. Elles sont largement distribuées, jamais abondantes.

#### Genre **FRUSTULIA** Rabenhorst

*F. rhomboides* (Ehr.) de Toni : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

var. *amphipleuroides* (Grun.) de Toni : MO, Me, MS, RH

var. *crassinervia* (Bréb.) Ross : Me

var. *saxonica* (Rabh.) de Toni : MO, Me, MS, RH, EC

var. *viridula* (Bréb.) Cleve : Me

*F. vulgaris* (Thwaites) de Toni : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

Seule cette dernière est largement distribuée mais jamais en quantité notable.

#### Genre **GOMPHONEMA** Agardh

*G. acuminatum* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*G. angustatum* (Kuetz.) Rabh. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*G. angustum* Ag. : MO, Sa, RH

*G. augur* Ehr. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

var. *turris* (Ehr.) L-B. : MO

*G. clavatum* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH

*G. gracile* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*G. exiguum* Kuetz. : Me, Sa

*G. grovei* M. Schmidt var. *lingulatum* (Hust.) L-B. : MO

*G. olivaceum* (Horn.) Bréb. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *calcareum* (Cleve) Cleve : Me, MS, RH

*G. parvulum* (Kuetz.) Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*G. tergestinum* Fricke : MS, RH

*G. truncatum* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*Gomphonema olivaceum* est très largement distribué et parfois commun, sinon abondant. Il est souvent accompagné, en quantité moindre, de *G. angustatum* et *G. parvulum*. Le genre semble préférer des conditions d'environnement évitant les excès.

#### Genre **GYROSIGMA** Hassall

*G. acuminatum* (Kuetz.) Rabh. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*G. attenuatum* (Kuetz.) Rabh. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*G. distortum* (W. Sm.) Cleve : MO

*G. nodiferum* (Grun.) Reimer : MO, Me, Se, Sa, MS, RH

*G. parkerii* (Harrison) Elmore : MO, Me, MS, EC  
*G. peisonis* (Grun.) Hust. : Se  
*G. scalproides* (Rabh.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
*G. spencerii* (W. Sm.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*G. wansbeckii* (Donkin) Cleve : Me, Se

Les seuls *Gyrosigma* régulièrement rencontrés dans les divers milieux, et parfois même en petite quantité, sont *G. attenuatum* et *G. nodiferum*.

Genre **HANTZSCHIA** Grunox

*H. amphioxys* (Ehr.) Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*H. spectabilis* (Ehr.) Hust. : MO, Me, Se  
*H. virgata* (Roper) Grun. : Me, Se  
*H. vivax* (W. Sm.) Peragallo : Se

Une certaine salure ne semble pas gêner ce genre, mais il reste très peu représenté. Sauf en ce qui concerne *Hantzschia amphioxys*, cette diatomée, du moins dans les limites de notre étude, supportant des conditions extrêmes et restant parfois l'un des seuls organismes vivants de certains milieux pratiquement abiotiques (bassin de la Sarre, affluents rive gauche de la Moselle). Nous l'avons pratiquement trouvée partout, mais très souvent également à l'état d'exemplaires isolés.

Genre **HEMIDISCUS** Wallich

*H. cuneiformis* Wallich : MO, Me

La présence de cette espèce marine reste problématique. Elle est signalée dans la basse Meurthe en 1960, à l'état d'exemplaire unique, et retrouvée, toujours un seul individu, dans le canal latéral à la Moselle au niveau de Montigny-lès-Metz en juillet 1977.

Genre **MASTOGLOIA** Thwaites

*M. braunii* Grun. : Se  
*M. elliptica* Ag. : Se  
var. *dansei* (Thwaites) Grun. : Se  
*M. exigua* Lewis : Se  
*M. pumila* (Cleve & Möller) Cleve : Se  
*M. smithii* Thwaites : Se, RH  
var. *lacustris* Grun. : Se, RH

Le genre *Mastogloia* renferme des espèces marines côtières et d'eaux saumâtres continentales, ce qui est conforme à leur présence dans les formations minéralisées de la vallée de la Seille, ou du canal d'Alsace sans doute par apport depuis les effluents des mines de potasse voisines. Curieusement, aucune espèce n'a été rencontrée dans les milieux chlorurés de la basse Meurthe.

Genre **MELOSIRA** Agardh

*M. ambigua* (Grun.) O. Muell. : MO, Me, MS, RH

*M. nummuloides* (Dillw.) Ag. : Se

*M. undulata* (Ehr.) Kuetz. : MO, Me, RH

*M. varians* Ag. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*Melosira varians*, planctonique et périphtyque, est répandue dans toutes les sortes d'eaux où elle est parfois l'espèce dominante.

*M. nummuloides* réputée d'eau saumâtre n'est effectivement trouvée que dans la vallée de la Seille.

Genre **MERIDION** Agardh

*M. circulare* (Grev.) Ag. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *constrictum* (Ralfs) van H. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

L'espèce est largement distribuée, parfois non rare, irrégulièrement accompagnée de la variété.

Genre **NAVICULA** Bory

*N. americana* Ehr. : EC

*N. angusta* Grun. : Me, MS, RH

*N. atomus* (Kuetz.) : Grun. Me

*N. bacillum* Ehr. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

*N. capitata* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *hungarica* (Grun.) Ross : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *lueneburgensis* (Grun.) Patrick : MO

*N. capitatoradiata* Germain : MO, Se, MS, RH

*N. cari* Ehr. : Me, MS

*N. cincta* (Ehr.) Ralfs : Me, Se, MS

*N. citrus* Krasske : Me, Se, MS

*N. cocconeiformis* Greg. : Me, MS, RH, EC

*N. cohnii* (Hilse) L-B. : MO, Me, MS, RH

*N. constans* Hust. var. *symmetrica* Hust. : Me

*N. contenta* Grun. : Se

*N. crucicula* (W. Sm.) Donkin : MO, Me, Se, RH

var. *cruciculoides* (Brock.) L-B. : Se

*N. cryptocephala* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*N. cuspidata* (Kuetz.) Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *ambigua* (Ehr.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *curta* fo *costata* Germain : Se

*N. digitoradiata* (Greg.) Ralfs : Se, RH

*N. eidrigiana* Carter : Se

*N. elegans* W. Sm. : Me, Se

*N. elginensis* (Greg.) Ralfs : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*N. exigua* (Greg.) Grun. : MO, Me, EC

var. *signata* Hust. : RH

*N. gastrum* (Ehr.) Kuetz. : MO, Me, Se, MS, RH, EC  
 var. *signata* Hust. : RH  
*N. goeppertiana* (Bleisch) H. Smith : MO, Me, MS, RH  
*N. gottlandica* Grun. : Me, MS  
*N. gregaria* Donkin : Se  
*N. halophila* (Grun.) Cleve : Se, RH  
*N. hasta* Pantocsek : Me  
*N. helensis* Schulz : MS  
*N. integra* (W. Sm.) Ralfs : MO, Me, Sa, RH  
*N. lanceolata* (Ag.) Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. lapidosa* Krasske : MO, Me  
*N. laterostrata* Hust. : MO, Me  
*N. menisculus* Schumann : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. minima* Grun. : MS  
*N. minuscula* Grun. : MS  
*N. muralis* L-B. : Me, RH  
*N. mutica* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
 var. *binodis* Hust. : Sa, MS, EC  
 var. *ventricosa* (Kuetz.) Cleve & Grun. : MO, Me, Se, MS, RH  
*N. muticopsis* van H. : MO  
*N. nivalis* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
*N. nivaloides* Bock : MO  
*N. oblonga* Kuetz. : MO, Me, Se, MS, RH, EC  
*N. peregrina* (Ehr.) Kuetz. : MO, Me, Se, MS, EC  
*N. placentula* (Ehr.) Grun. : MO, Me, Se, MS, RH  
 fo. *jenisseyensis* (Grun.) Meister : Me, MS, RH  
 fo. *latiuscula* (Grun.) Meister : Se, RH  
 fo. *rostrata* Mayer : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*N. plicata* Donkin : Se  
*N. praeterita* Hust. : RH  
*N. protracta* (Grun.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
*N. pseudanglica* L-B. : MO, RH  
*N. pseudonivalis* Bock : MO, Me, Se, MS  
*N. pseudoscutiformis* Hust. : MO, Me, RH, EC  
*N. pseudotuscula* Hust. : RH  
*N. pupula* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
 var. *mutata* Kuetz. : Me  
 var. *nyassensis* (O. Muell.) L-B. : Me  
*N. pusilla* W. Sm. : Se  
*N. pygmaea* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. radiosa* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. reinhardtii* Grun. : MO, MS, RH  
*N. rhynchocephala* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. salinarum* Grun. : Se, Sa  
*N. saxophila* Bock : Se  
*N. schoenfeldii* Hust. : Me, MS

*N. scutelloides* W. Sm. : RH  
*N. slesvicensis* Grun. : MO, Me, Se  
*N. soodensis* Krasske : Se  
*N. spicula* (Hickie) Cleve : MO, Me, Se, Sa  
*N. striolata* (Grun.) L-B. : RH  
*N. stroemi* Hust. : Me  
*N. subhamulata* Grun. : MO, MS, RH  
*N. tripunctata* (O.F.M.) Bory : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. trivialis* L-B. : MO, Me, Se, MS, RH  
*N. tuscula* (Ehr.) Grun. : MO, Me, MS, RH  
*N. veneta* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. viridula* (Kuetz.) Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
var. *rostellata* (Kuetz.) Cleve : MO, Me, Se, MS, RH  
*N. vulpina* Kuetz. : Se, RH

Ce vaste genre s'avère ubiquiste et cosmopolite et se trouve largement distribué dans la région. Cependant seul un petit nombre d'espèces se rencontre régulièrement dans la plupart des milieux étudiés où il constitue une fraction parfois importante de la biomasse diatomique: on peut citer *Navicula pupula*, *N. radiosa*, *N. tripunctata*, *N. viridula*. Bon nombre d'espèces sont également présentes dans beaucoup de localités mais restent en général rares ou très rares. Localement les conditions peuvent permettre la prolifération d'une diatomée, ainsi *N. constans* var. *symmetrica* dans la Vezouze et non signalée ailleurs.

Des conditions particulières du milieu se manifestent par l'apparition de Navicules spécialement adaptées : c'est sans doute à la salinité des eaux de la vallée de la Seille que l'on doit la présence de *N. contenta*, *N. crucicula* var. *cruciculoides*, *N. edrigiana*, *N. elegans*, *N. gregaria*, *N. pusilla*, *N. saxophila*, *N. soodensis*, non retrouvées ailleurs. Cependant cette spécificité se rencontre dans d'autres

formations sans qu'un facteur particulier puisse être désigné : ainsi *N. americana* trouvée en étang, *N. atomus* dans la Meurthe, *N. helensis* en Meuse, *N. nivaloides* dans le réservoir du Mirgenbach, *N. striolata* en région rhénane. Il est vraisemblable que la poursuite des investigations dans les milieux régionaux élargirait la distribution de ces diatomées.

Nous avons conservé plusieurs formes ou variétés de *Navicula* non reconnues par KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991) mais qui morphologiquement correspondent aux observations effectuées: cas par exemple de *N. cuspidata* var. *ambigua* et des formes de *N. placentula*.

#### Genre **NEIDIUM** Pfitzer

*N. affine* (Ehr.) Pfitzer : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
var. *longiceps* (Greg.) Cleve : MO, Me  
*N. ampliatum* (Ehr.) Krammer : MO, Me, Se, RH  
*N. binodeforme* Hrammer : RH  
*N. binodis* (Ehr.) Hust. : MO, Me, Sa, MS, RH  
*N. bisulcatum* (Lagerstedt) Cleve : Me, MS

*N. densestriatum* (Oestrup) Krammer : RH  
*N. dilatatum* (Ehr.) Cleve : RH  
*N. dubium* (Ehr.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. hercynium* A. Mayer : Me  
*N. iridis* (Ehr.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. ladogensis* (Cleve) Foged : MS  
*N. productum* (W. Sm.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

L'occurrence de certains *Neidium* est parfois importante, mais le plus souvent à l'état d'exemplaires isolés ou très rares.

Genre **NITZSCHIA** Hassall

*N. acicularis* (Kuetz.) W.Sm. : MO, Me, Sa, RH, EC  
*N. acula* Hantzsch : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*N. acuminata* (W. Sm.) Grun. : Se  
*N. amphibia* Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. angustata* Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. behrei* Hust. : MO  
*N. bremensis* Hust. : MS  
*N. brevissima* Grun. : RH  
*N. calida* Grun. : RH  
*N. circumscuta* (Bailey) Grun. : MO  
*N. clausii* Hantzsch : MO, Me, MS  
*N. closterium* (Ehr.) W. Sm. : Se  
*N. commutata* Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS  
*N. commutatoides* L-B. : RH  
*N. compressa* (Bailey) Boyer : Se  
 var. *balatonis* (Grun.) L-B. : Se  
*N. constricta* (Kuetz.) Ralfs : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. debilis* Arnott : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. dippelii* Grun. : Se  
*N. dissipata* (Kuetz.) Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
 var. *media* (Hantzsch) Grun. : Se  
*N. dubia* W. Sm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
*N. fasciculata* Grun. : Me, Se  
*N. filiformis* (W. Sm.) van H. : MO, Me, Sa  
*N. fonticola* Grun. : Me, MS, RH  
*N. frustulum* (Kuetz.) Grun. : MO, Me, Se  
 var. *subsalina* Hust. : Se  
*N. gracilis* Hantzsch : MO, Me, Se, MS, RH  
*N. hantzschiana* Rabh. : MO, Me, RH  
*N. heufleriana* Grun. : RH  
*N. homburgiensis* L-B. : RH  
*N. hungarica* Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. hybrida* Grun. : Me, Se

*N. lacunarum* Hust. : Me, Se  
*N. lanceolata* W. Sm. : MO  
*N. levidensis* (W. Sm.) Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
[*salinarum*] : MO, Se  
[*victoriae*] : MO, Me, Se, Sa, RH  
*N. linearis* (Ag.) W. Sm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. littoralis* Grun. : Se  
*N. lorenziana* Grun. : Me, MS  
*N. microcephala* Grun. : Me, Se  
*N. nana* Grun. : MO, Me, Se, RH  
*N. obtusa* W. Sm. : Me  
*N. palea* (Kuetz.) W. Sm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
*N. paleacea* Grun. : MO, Me, MS  
*N. parvula* W. Sm. : MO, Me, Se, RH  
*N. recta* Hantzsch : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. rostellata* Hust. : MO  
*N. scalpelliformis* Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
*N. sigma* (Kuetz.) W. Sm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. sigmoidea* (Nitzsch) W. Sm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. sinuata* (Thwaites) Grun. : MO, Se, RH  
var. *delognei* (Grun.) L-B. : MS, RH  
var. *tabellaria* (Grun.) Grun. : MO, MS, RH  
*N. sublinearis* Hust. : Me, RH, EC  
*N. subtilis* Grun. : MO, Me, Se  
*N. tryblionella* Hantzsch : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. umbonata* (Ehr.) L-B. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH  
*N. vermicularis* (Kuetz.) Hantzsch : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*N. vitrea* Norman : Me, Se  
var. *major* Cleve : Se  
var. *salinarum* Grun. : Se

Le genre *Nitzschia* est, comme *Navicula*, ubiquiste et cosmopolite, largement distribué dans la région. Il est rarement représenté par des espèces dominantes (ce qui arrive à *N. dissipata*) mais ses espèces peuvent constituer une part importante quantitativement, du peuplement diatomique des stations: cas entre autres de *N. angustata*, *N. constricta*, des Sigmoideae et Tryblionellae.

*Nitzschia sigmoidea*, qui par ses dimensions ne peut être ignorée lors du dépouillement d'une préparation, est ainsi l'une des diatomées dont l'occurrence est la plus élevée, même si elle n'est jamais présente en quantité. Elle s'associe à d'autres Diatomées telles *Gomphonema olivaceum*, *Rhoicosphenia abbreviata*, etc., qui sont régulièrement relevées. Le suivi pluri-annuel de stations comme celles du Grand Canal d'Alsace à Fessenheim ou de la retenue du Mirgenbach mettent bien en évidence la régularité d'apparition de certaines diatomées, sans considération de dominance.

Genre **ORTHOSEIRA** Thwaites

*O. roseana* (Rabh.) O'Meara : RH

Diatomée spectaculaire par sa taille et son ornementation et une seule fois rencontrée dans la Moder, affluent du Rhin.

Genre **PINNULARIA** Ehrenberg

*P. acrosphaeria* Rabh. : MO, Me, MS

*P. alpina* W. Sm. : Me

*P. borealis* W. Sm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*P. braunii* (Grun.) Cleve : MO, Me, EC

*P. brevicosta* Cleve : Me, EC

*P. cuneata* (Oestrup) A Cleve-Euler : MO, MS

*P. cuneola* Reichardt : MO

*P. dactylus* Ehr. : Me, MS, EC

*P. divergens* W. Sm. : Me, Se, Sa, MS, EC

*P. divergentissima* (Grun.) Cleve : Me, Sa

*P. episcopalis* Cleve : Me

*P. gentilis* (Donkin) Cleve : MO, Me, Sa, MS, EC

*P. gibba* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *linearis* Hust. : Me, MS

var. *mesogongyla* (Ehr.) Hust. : Me

*P. globiceps* Ehr. : MO, Me, Sa, MS, RH

*P. hemiptera* (Kuetz.) Cleve : Me, MS, EC

*P. interrupta* W. Sm. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*P. krockii* Grun. : Me, Se

*P. lata* (Bréb.) W. Sm. : Me, Sa

*P. legumen* Ehr. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

*P. lundii* Hust. : MO, Me, Se, RH

*P. macilenta* (Ehr.) Cleve : MO

*P. maior* (Kuetz.) Rabh. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*P. microstauron* (Ehr.) Cleve : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

var. *brebissonii* (Kuetz.) Mayer : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*P. nobilis* Ehr. : Me, Se, MS

*P. nodosa* Ehr. : Me

*P. polyonca* (Bréb.) O. Mueller : Me, Sa, MS, EC

*P. rupestris* Hantzsch : MO, Me, MS, RH

*P. stomatophora* Grun. : Me

*P. streptoraphe* Cleve : Me

*P. subcapitata* Greg. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

*P. sudetica* (Hilse) Peragallo : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

*P. viridis* (Nitzsch) Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

Le genre présente une préférence pour les eaux froides et pures ce qu'il rencontre dans le massif vosgien. Les têtes de bassins de la Moselle et de la

Meurthe sont des milieux favorables où la diversité est élevée, mais le plus souvent en quantité réduite.

Quelques espèces à l'exemple de *P. interrupta*, *P. microstauron* et *P. viridis* se rencontrent dans de nombreuses localités mais toujours en petit nombre d'individus.

Genre **PLAGIOTROPIS** Pfitzer

*P. lepidoptera* (Pfitzer) Cleve : Se

Le genre ni l'espèce ne sont signalés dans les flores de HUSTEDT ou de KRAMMER & LANGE-BERTALOT, bien que GERMAIN signale cette diatomée assez abondante dans les formations saumâtres de la Brière et en eau douce. Dans le bassin Rhin-Meuse elle n'a été rencontrée, rarement, que dans les méandres du cours abandonné de la Vieille-Seille.

Genre **PLEUROSIGMA** W. Smith

*P. angulatum* Queckett : MO, Se

*P. salinarum* Grun. : MO, Se

Typique des eaux saumâtres le genre se rencontre un peu partout dans les formations de la vallée de la Seille. Les deux espèces ont curieusement été également trouvées à l'état d'exemplaires isolés dans le réservoir du Mirgenbach.

Genre **PLEUROSIRA** Meneghiniana

*P. laevis* (Ehr.) Compère : MO, Me, RH

Présence isolée.

Genre **RAPHONEIS** Ehrenberg

*R. ampiceros* Ehr. : RH

Très rares apparitions dans le canal d'Alsace de la seule espèce, parmi les nombreuses du genre presque toutes marines, à fréquenter des eaux un peu saumâtres

Genre **RHIZOLENIA** Ehrenberg

*R. longiseta* Zacharias : Me

Individus isolés dans le plancton de la Basse-Meurthe.

Genre **RHOICOSPHENIA** Grunow

*R. abbreviata* (Ag.) L-B. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

Une des espèces les plus communes dans tous les milieux, parfois en quantité abondante.

Genre **RHOPALODIA** O. Müller

*R. acuminata* Krammer : Me, Se

*R. brebissonii* Krammer : Se

*R. constricta* (W. Sm.) Krammer : Se

*R. gibba* (Ehr.) O. Mueller : MO, Me, Se, Sa, MS RH, EC

var. *minuta* Krammer : Se, RH  
*R. gibberula* (Ehr.) O. Mueller : MO, Me, Se, Sa, RH  
*R. musculus* (Kuetz.) O. Mueller : Se  
*R. supresemicirculata* (Legl. & Krasske) Krammer : Se

Seules *R. gibba* et *R. gibberula* se rencontrent dispersées dans la région, les autres espèces préférant les conditions plus ou moins saumâtres de la vallée de la Meurthe et de la Seille.

#### Genre **SCOLIOPLEURA** Grunow

*S. tumida* (Bréb). Rabh. : Se

Les quelques espèces du genre sont des formes d'eaux salées. Malgré la diversité offerte par les milieux de la vallée de la Seille, *Scoliopleura* n'y a, comme *Plagiotropis*, qu'une seule localisation, ici les marais de Lagrange-Fouquet.

#### Genre **STAURONEIS** Ehrenberg

*S. acuta* W. Sm. : MO, Me, MS, RH, EC  
*S. anceps* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*S. kriegerii* Patrick : MO, Me, MS  
*S. legumen* Ehr. : Me, Se, Sa  
*S. phoenicenteron* (Nitzsch) Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*S. prominula* (Grun.) Hust. : Se, RH  
*S. salina* W. Sm. : MO, Se  
*S. smithii* Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*S. wislouckii* Poretzky & Anisimowa : Se, RH

#### Genre **STENOPTEROBIA** Brébisson

*S. delicatissima* (Lewis) Bréb. : Me

Se trouve à sa place dans les eaux humiques du ruisseau de Bousson, source de la Vezouze.

#### Genre **STEPHANODISCUS** Ehrenberg

*S. hantzschii* Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*S. minutulus* (Kuetz.) Cleve & Möller : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*S. niagarae* Ehr. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

Le genre se rencontre en eaux closes mais aussi dans les parties lentes du cours des rivières et fleuves. *S. hantzschii* et *S. niagarae* peuvent à certaines périodes constituer des fleurs d'eau : cas du ruisseau du Vair et de la Meuse, du réservoir du Mirgenbach.

#### Genre **SURIRELLA** Turpin

*S. angusta* Kuetz. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*S. bifrons* Ehr. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*S. birostrata* Hust. : MO, MS, RH, EC  
*S. biseriata* Bréb. : MO, Me, MS, RH, EC  
var. *constricta* Hust. : MO, Me  
*S. brebissonii* : Krammer & Lange-B. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*S. brightwellii* W. Sm. : MO, Se  
*S. capronii* Bréb. : MO, Me, MS, RH, EC

*S. celtica* Germain : MS  
*S. crumena* Bréb. : MO, Me, MS, RH  
*S. didyma* Kuetz. : MO  
*S. elegans* Ehr. : MO, Me, Se, MS, RH, EC  
*S. gracilis* Grun. : MO, Me, Se, RH  
*S. linearis* W. Sm. : MO, Me, Se, MS, RH, EC  
 var. *helvetica* (Brun) Meister : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*S. minuta* Bréb. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*S. nervosa* (Schmidt) Mayer : MO, Me, Sa, MS  
*S. ovalis* Bréb. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*S. ovulum* Hust. : Me  
*S. patella* Kuetz. : MO, Me, Se  
*S. peisonis* Pantocsek : MO  
*S. roba* Leclercq : Me  
*S. robusta* Ehr. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*S. spiralis* Kuetz. : Se  
*S. splendida* (Ehr.) Kuetz. : MO, Me, Se, MS, RH  
*S. striatula* Turpin : MO, Me, Se  
*S. subsalsa* W. Sm. : Se  
*S. tenera* Greg. : MO, Me, MS, RH  
*S. tenuis* Mayer : Me  
*S. turgida* W. Sm. : MO, Me

Les grandes espèces du genre ont une préférence pour les eaux closes et le courant lent des grands cours d'eau. Nous avons conservé la variété *constricta* de *S. biseriata* ainsi que *S. celtica*, bien qu'elles ne soient pas admises par KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991).

Genre **TABELLARIA** Ehrenberg

*T. fenestrata* (Lyngb.) Kuetz. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC  
*T. flocculosa* (Roth.) Kuetz. : MO, Me, Sa, MS, RH, EC

Aucun représentant dans les diverses formations de la vallée de la Seille alors que le genre est largement présent dans les autres bassins.

Genre **THALASSIOSIRA** Cleve

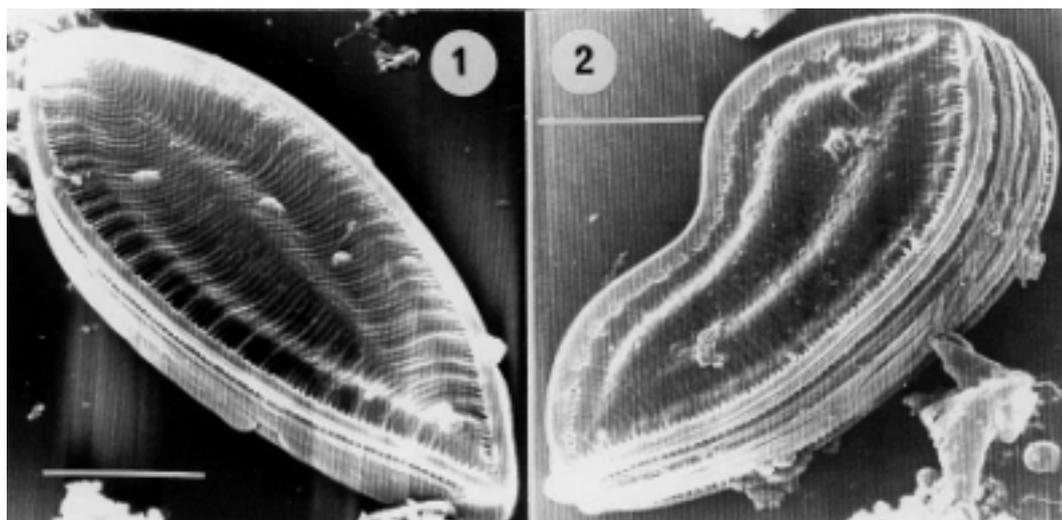
*T. bramaputrae* (Ehr.) Hakansson : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC  
*T. weissflogii* Grun. : MO, Me, Se, Sa, MS, RH, EC

Ces deux espèces se rencontrent en conditions lenticques. *T. bramaputrae* (*Coscinodiscus lacustris* Grun.) peut être abondant dans des milieux plus ou moins saumâtres voire eutrophes.

Genre **TRICERATIUM** Ehrenberg

*T. arcticum* Bright. fo. *balaena* (Ehr.) Meunier : Sa

Trouvaille unique d'un exemplaire isolé dans la Sarre. La présence de cette espèce marine, côtière, est à rapprocher de celle d'*Hemidiscus cuneiformis* et de divers *Coscinodiscus*, notamment dans la Meurthe et sera discuté plus loin.



*Surirella ovalis*

la barre représente 10  $\mu$ m.

Prélèvement provenant de la Fensch à Florange en 1971. Cet affluent de la rive gauche de la Moselle subissait la pression d'une zone fortement urbanisée et lourdement industrialisée.

*Surirella ovalis* (Fig. 1) souvent signalée préférentielle d'eaux saumâtres côtières ou continentales fortement minéralisées semble s'adapter aux conditions stationnelles locales et se rencontre ici communément. Mais la plupart des individus montrent une profonde déformation du frustule (Fig. 2). Cette difformité pourrait traduire la dégradation de la qualité de l'eau de la Fensch, plus proche à l'époque d'un effluent industriel et urbain que d'un cours d'eau (PIERRE 1976).

//



## RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'inventaire algal apporte des informations qualitatives permettant l'établissement de listes de présence, trouvant comme ici leur aboutissement dans l'établissement d'un catalogue.

Ces données seules ne sont pas suffisantes pour définir la composante algale d'un milieu: il est nécessaire d'y ajouter des éléments quantitatifs, base indispensable pour une approche écologique en termes de production et de productivité.

Il est évident qu'une même importance ne peut être attribuée à une algue rencontrée isolée dans une préparation et à celle présente en plusieurs exemplaires dans chaque champ du microscope.

La vocation d'un catalogue tel que celui-ci est avant tout qualitative, rassemblant la totalité des genres et espèces d'algues rencontrées dans le plus grand nombre possible de milieux différents, et de préférence à plusieurs époques de l'année. L'aspect quantitatif ne peut être totalement ignoré, même en le limitant aux espèces dites dominantes, c'est-à-dire représentant 50% ou plus des individus d'un échantillon.

### Diversité

Les diatomées sont les algues les plus nombreuses en espèces avec 568 taxons.

La richesse taxonomique d'un quelconque de nos échantillons peut varier d'une dizaine d'espèces à plus d'une centaine, sans que les raisons en soient toujours définies. Il peut y avoir parfois une cause naturelle: ainsi dans le Mirgenbach (Cattenom, Moselle) existe un cycle avec une chute de la diversité diatomique observée en période verno-estivale (PIERRE 2001). Dans d'autres cas il peut s'agir d'un simple artéfact lié par exemple au mode de récolte.

Soulignons également que les comparaisons de prélèvements réalisés à des périodes éloignées sont parfois contrariés par les changements taxonomiques: de nombreux auteurs ont procédé à des regroupements et à des suppressions d'espèces et de variétés d'où une inévitable diminution de l'importance des listes de présence.

Dans les conditions de ce catalogue et pour la période 1959-2001, la diversité en espèces de diatomées des bassins et sous bassins est la suivante:

Moselle : 328 taxons

Meurthe : 383

Seille : 280

Sarre : 192

Meuse : 283

Rhin : 329

Eaux closes : 194.

### **Espèces dominantes.**

Nous limiterons ce propos aux seules diatomées.

Dans un premier temps il paraissait simple de dresser la liste de ces algues dominantes, mais au fur et à mesure des investigations leur nombre a augmenté, montrant que presque n'importe quelle espèce, pour des raisons encore impossibles à préciser dans l'état actuel des connaissances, était susceptible de proliférer localement et sporadiquement. Il est ainsi apparu superflu, dans le cadre de ce travail, de citer toutes les algues ayant eu au moins une fois le statut de dominantes, si ce n'est donner une liste interminable.

Malgré cela, de grands enseignements pouvaient être dégagés de la masse d'observations effectuées et très tôt (PIERRE 1968 c) nous avons souligné l'existence de deux grands mécanismes assurant le remplacement et la succession des diatomées, l'un tenant compte de l'espace, l'autre étant le facteur temps, dans la durée.

Plusieurs possibilités se sont présentées :

# Une première situation (un site, un prélèvement) correspond à des stations de prélèvements isolées, ou de caractéristiques communes échantillonnées une seule fois :

L'étang d'Haspelschiedt est particulier en ce qu'il n'a pas une espèce dominante: ce sont les deux genres *Eunotia* et *Pinnularia*, avec 15 et 13 taxons, qui représentent l'essentiel de la biomasse diatomique.

Les ruisseaux acides du massif vosgien ont en commun leur caractère torrentiel. Deux diatomées, *Diatoma mesodon* et *Eunotia exigua* s'y rencontrent en abondance dans l'un ou l'autre, *Fragilaria capucina* étant commune.

Le bassin inférieur de la Moder livre en abondance *Achnanthes minutissima* et *Cocconeis pediculus*, avec en soutien *Amphora veneta*, *Fragilaria ulna*, *Melosira varians*, *Navicula pupula*.

Les résultats obtenus sur la Vezouze et son affluent l'Herbas entrent également dans cette catégorie. La seule différence est l'existence d'un gradient hydrologique liant les stations situées sur la rivière. Un remplacement des espèces dominantes se manifeste si l'on considère l'ordre des stations. Ainsi, d'amont en aval il faut citer *Surirella roba*, *Diatoma mesodon*, *Navicula rhynchocephala*. La pollution organique au niveau de Cirey-sur-Vezouze se traduit par l'absence de dominance d'une espèce, remplacée par l'abondance modérée de plusieurs diatomées. A l'aval, l'alcalinisation due au ruisseau d'Herbas, dans lequel *Navicula lanceolata* domine, se traduit par la prépondérance de cette dernière.

Dans ce premier cas, une à deux espèces se signalent par leur abondance relative, les autres étant rares à très rares, voire à l'état isolé.

# Une deuxième situation souvent rencontrée dans nos investigations concerne un site objet de multiples prélèvements dans le temps.

Dans le Mirgenbach (milieu lentique) cinq espèces atteignent le statut de dominantes : *Actinocyclus normanii* l'est plus de neuf fois sur dix, les autres étant *Asterionella formosa*, *Melosira varians*, *Rhoicosphenia curvata* et *Stephanodiscus hantzschii*. Plus rarement une diatomée telle *Aulacoseira granulata*, *Fragilaria fasciculata*, *Stephanodiscus minutulus* ou *Thalassiosira weissflogii* partage la dominance avec l'une des précédentes.

Au niveau du site de Fessenheim (milieu lotique) et malgré quelques 120 campagnes de prélèvements, une vingtaine de diatomées seulement ont accédé à l'état d'espèces dominantes. Le nombre reste limité par le fait qu'assez fréquemment deux diatomées sont communes dans la même station, leur binôme étant dominant (rappel du cas de la Vezouze).

Dans cette configuration, le nombre de diatomées accédant au stade de dominante reste limité. Quelques espèces, dominantes très temporaires, complètent la liste.

# Une dernière situation intéresse les cours d'eau de chaque bassin hydrographique pris dans son ensemble, où différentes stations ont été échantillonnées à diverses reprises et parfois à des époques éloignées.

Un premier exemple peut résulter du rapprochement de plusieurs affluents d'un même cours d'eau. Ainsi en est-il des affluents de la Meurthe: ruisseau de Ravines, Foirou et Sânon, sur substrats géologiques différents.

Les *Eunotia* sont les espèces dominantes caractérisant le ruisseau de Ravines: *E. arcus*, *E. exigua*, *E. pectinalis* et *E. trinacria* ainsi que *Diatoma mesodon*, *D. vulgaris* et *Pinnularia subcapitata*.

Le ruisseau de Foirou, coulant sur terrains calcaires, livre une dizaine d'espèces dominantes ou abondantes, comme le Sânon aux eaux faiblement saumâtres. *Cocconeis placentula*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula cryptocephala*, *Rhoicosphenia curvata*, *Surirella brebissonii* leurs sont communes.

Le Sânon, déjà petite rivière, permet en plus la présence de *Bacillaria paradoxa* (tendance halophile) et de formes planctoniques telles que *Aulacoseira granulata*, *Melosira varians*, *Thalassiosira bramaputrae*.

Le sous bassin de la Meurthe dans son ensemble, avec les multiples prélèvements qui le concernent, constitue une entité caractérisée par sa variabilité géologique et hydrologique. Dans ces conditions, la liste des espèces apparues dominantes au moins une fois serait longue de plus de cinquante taxons!

Le sous bassin de la Sarre recèle une quinzaine d'espèces atteignant l'état de dominance. Celles du Foirou et du Sânon s'y retrouvent, sauf *Aulacoseira* et *Thalassiosira*. Mais s'y ajoutent *Cocconeis pediculus*, *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria fasciculata*, *F. ulna*, *Navicula mutica*, *N. viridula* et des *Nitzschia* comme *N. amphibia*, *N. linearis*, *N. palea*, *N. stagnorum* et *N. thermalis*.

Les stations du sous bassin de la Seille sont de loin les plus disparates, par leur typologie et la variabilité de leur taux de salinité. Il n'est pas surprenant d'y trouver une vingtaine d'espèces au rang des dominantes.

La Meuse en comparaison s'avère relativement homogène et malgré la longueur de son cours l'inventaire algal ne livre qu'un peu plus de vingt diatomées dominantes (avec beaucoup de formes planctoniques) accompagnées d'une dizaine pouvant être communes.

Il est bien difficile dans ces conditions d'énoncer une conclusion définitive au sujet des espèces dominantes. Au gré des conditions de l'environnement de nombreuses diatomées peuvent atteindre le statut d'espèce dominante. L'expérience montre que la multiplication des sites de prélèvements d'une part, la répétition dans le temps de ceux-ci, a pour conséquence la diversification des espèces dominantes. Cela paraît logique lors d'un changement de site, mais lors d'un changement temporel la connaissance des conditions de milieu n'est généralement pas suffisante pour justifier les variations observées.

En considérant simplement trois facteurs parmi les plus significatifs des stations étudiées :

- le pH, variable de l'acidité à l'alcalinité nettement établies,
- la salinité, de l'eau complètement douce à l'eau sursalée,
- le courant, du cours torrentiel à l'eau dormante,

il apparaît ainsi qu'aucune algue n'est capable de s'imposer comme dominante dans l'ensemble des milieux concernés.

## **Espèces fréquentes.**

Notons qu'à l'opposé de la notion de dominance, de nombreuses diatomées n'apparaissent dans les stations qu'à l'état d'individus rares ou isolés. Ce qui amène l'autre problème, celui de l'occurrence des espèces.

Pratiquement toutes les situations ont été rencontrées en ce qui concerne la fréquence d'apparition des diatomées, depuis celle présente, en quantité variable, dans toutes les récoltes, jusqu'à l'espèce aperçue une fois sous forme d'un exemplaire isolé.

Il n'est pas question, là encore, d'établir une liste exhaustive au niveau des bassins et sous bassins, des diatomées présentes dans tous les prélèvements. On peut cependant dire que diverses espèces ont des fréquences d'apparition élevées, par exemple *Cocconeis pl. sp.*, *Navicula lanceolata*, *N. tripunctata*, *Nitzschia dissipata*, *Rhoicosphenia abbreviata* etc..ou encore des formes comme *Nitzschia sigmoidea* ou *Cymatopleura elliptica* souvent rares en nombre d'individus mais dont la grande taille assure leur présence dans les relevés.

Cependant, comme pour les espèces dominantes, aucune algue n'est capable de figurer régulièrement dans tous les relevés.

## **Fleurs d'eau, eutrophisation et pollution**

La plus ancienne manifestation de fleur d'eau est datée de l'an 171 de notre ère. Elle s'est manifestée dans le lac de Monterosi lors de la réalisation de la *via Cassia*, près de Rome.

Le terme désigne une prolifération algale excessive qui se traduit par des signes visibles, le plus souvent coloration de l'eau ou recouvrement plus ou moins abondant de la surface de l'eau par une "écume" colorée ou un feutrage algal. Dans le premier cas il s'agit d'algues unicellulaires ou coloniales, dont les diatomées; dans le second cas se sont des algues Cyanophytes, Chlorophytes ou Chrysophytes.

Ces manifestations ne sont pas absentes de notre région d'étude et apparaissent en eau courante (Meuse, Moselle...) comme en eaux closes. Mentions en ont été faites précédemment en fonction des genres concernés.

L'apparition des fleurs d'eau est un mécanisme connu. Il nécessite la réunion de facteurs édaphiques et nutritionnels.

Les facteurs physiques favorables sont ceux propices à la photosynthèse: ensoleillement intense de longue durée, s'accompagnant généralement dans nos régions d'une température élevée (les 30°C sont régulièrement atteints dans la Moselle) et disponibilité en dioxyde de carbone dissous.

Les facteurs nutritionnels limitants sont l'azote et le phosphore, sauf pour les Cyanophytes dont beaucoup sont autotrophes envers le premier. Si ces nutriments sont présents sans restriction dans le milieu et si les facteurs physiques

sont favorables, toutes les conditions propices sont réunies et le développement algal va s'emballer, avec un rythme d'une division cellulaire par jour. Très vite la biomasse algale devient envahissante, c'est le début d'une fleur d'eau.

L'eutrophisation est le fait que le milieu est riche en nutriments et donc susceptible de "nourrir" une abondante flore algale. C'est un terme scientifique souvent détourné, neutre euphémisme de pollution. Il est plus facile de dire ou d'écrire : » l'eutrophisation est due au relargage du stock azoté excédentaire riverain » que « la pollution résulte de l'excès d'engrais sur les champs voisins » toute ressemblance avec un cas réel étant pure coïncidence.

*L'eutrophisation est ainsi un mécanisme biologique dont une pollution est la cause.*

L'eutrophisation est un phénomène naturel. A l'échelle géologique, toute formation aquatique, plus facilement dans le cas des eaux encloses, subit une évolution qui conduit à son comblement, sauf reprise orogénique. Au cours de ce cycle, il y a passage d'un état oligotrophe, voire dystrophe, à un état eutrophe. A ce stade le phénomène s'accélère dans le temps et, avec le dépôt croissant de sédiments, fait place au marais puis au climax.

*Lorsque l'Homme, par son action, crée ou accélère ce mécanisme, il s'agit d'une pollution.*

Il apparaît bien que l'excès de développement algal est la conséquence, et non la cause, de l'eutrophisation - pollution.

D'ailleurs cette prolifération est elle-même un mécanisme de contrôle: la création de matière cellulaire algale prélève dans le milieu du dioxyde de carbone, de l'azote et du phosphore et les immobilise, même si la possible destruction ultérieure de l'algue les relarguera. En même temps, le dégagement de dioxygène photosynthétique permet l'oxydation des matières organiques du milieu. L'ensemble réalise une auto-épuration.

Cette auto-épuration est un mécanisme biologique essentiel, qui dans certaines limites évite "l'asphyxie" des milieux aquatiques. Cela peut s'observer par exemple dans de petits cours d'eau recevant des effluents organiques limités: le cours de la Vezouze en serait l'illustration (PIERRE 2000) avec une récupération nette de la qualité de l'eau après quelques kilomètres de parcours.

On a écrit que le plus grand ennemi des formations aquatiques naturelles était l'inventeur du tout-à-l'égout. En effet, ce procédé rassemblait en un point de rejet une pollution massive que les milieux, tant d'eaux courantes que lacustres, étaient incapables d'éliminer. Il en résultait les mécanismes d'anoxie, de proliférations fongiques et bactériennes dégradant irrémédiablement le site.

Vinrent alors les stations d'épuration. Reconnaissons leur le mérite de transformer la pollution visible (effluents d'égouts) en pollution invisible s'écoulant clairement de ces installations. Par définition, les stations transforment, dégradent et minéralisent: les matières organiques afférentes se retrouvent sous forme d'azote et de phosphore, éléments clés comme nous l'avons vu.

Aussi est-il très vite apparu la nécessité d'un traitement dit tertiaire pour éliminer ces sels minéraux. A ce prix, une récupération de la qualité de l'eau

devenait possible, la nature pouvant alors par auto-épuration assurer un traitement souvent qualifié de polissage.

L'exemple de la Semois est une illustration parfaite des mécanismes de surcharge par des matières organiques

. Au cours des étés 1975 et 1976 une mortalité importante de poissons et un développement exubérant "d'herbiers" étaient signalés, ces derniers accusés de la mort des premiers. Les rives du cours d'eau accueillait en période estivale, notamment en camping plus ou moins sauvage, environ 150 000 personnes s'ajoutant aux sédentaires.

La sécheresse de 1976, avec en corollaire un ensoleillement de longue durée et une température favorable, la présence de nutriments d'origine anthropique créaient des conditions éminemment favorables au développement algal ainsi qu'aux végétaux aquatiques, qui ont donc proliféré. Il y avait notamment sursaturation en dioxygène dissous dans la journée.

Mais cette photosynthèse efficace épuisait l'acide carbonique et les bicarbonates, avec en conséquence une élévation du pH à des valeurs proches de 10. Les apports organiques assuraient la présence d'ion  $\text{NH}_4$ , et ceux-ci dans les conditions d'alcalinité établies sont toxiques pour le poisson...

Ainsi la pollution par les matières organiques a créé des conditions d'eutrophie propices au développement excessif des algues, le tout favorisé par des conditions climatiques idéales.

*Là encore, ce ne sont pas les algues qui ont commencé!*

## **Diatomées marines**

Elles sont signalées dès les premiers prélèvements effectués en 1959 dans la Meurthe. Par la suite d'autres trouvailles ont eu lieu.

Il est parfois difficile de séparer des diatomées typiquement marines de celles marines côtières capables de se retrouver en eaux saumâtres voire en eau douce continentale. Nous avons rencontré quelques diatomées du groupe des Centrophycidées jamais encore signalées, à notre connaissance, dans les milieux continentaux. Quelques Pennatophycidées seraient également dans ce cas. Nombre d'entre elles sont commensales d'eaux saumâtres et apparaissent dans les milieux du Pays du Sel (PIERRE 1999 a).

Aux Centrophycidées se rattachent les *Actinocyclus*, *Actinoptychus undulatus*, les *Coscinodiscus* avec une dizaine d'espèces, *Hemidiscus cuneiformis*, *Pleurosira laevis* et *Triceratium articum* fo. *balaena*. Au sujet de *Coscinodiscus* nous avons évoqué les problèmes posés par la présence de ces diatomées marines dans les milieux continentaux. Assez curieusement les formations saumâtres, salées voire sursalées du Pays de la Seille n'ont livrés qu'une seule forme de *Coscinodiscus*: *C. excentricus*. L'espèce *C. marginatus* résume bien le problème: cette diatomée marine est trouvée dans la basse Meurthe (PIERRE 1965 a, 1968 c), le cours supérieur de la Moselle (à Velle/Moselle, PIERRE 1990), dans la partie allemande du cours de la Sarre (PIERRE 1984) ainsi qu'à Fessenheim (Grand Canal d'Alsace). Sa présence en eau douce n'est pas limitée à l'espace entre Rhin et Meuse: nous l'avons également reconnue et photographiée à partir d'un échantillon d'eau douce en provenance du lac de Band-I-Amir, sur les plateaux de l'Afghanistan Central (PIERRE 1975 d).

Aux Pennatophycidées, dont l'inféodation au milieu marin est moins stricte, appartiennent par exemple les *Mastogloia* (la grande majorité de ces espèces sont marines), *Plagiotropis lepidoptera*, *Pleurosigma angulatum* et *P. salinarum*, *Scoliopleura tumida*.

Le plus souvent, ces algues sont rencontrées isolées. Elles n'ont de ce fait aucune signification écologique, on ne peut que constater leur présence. Mais celle-ci peut-elle être expliquée?

Nous avons déjà éliminé (cf genre *Coscinodiscus*) la possibilité liée à l'utilisation industrielle de diatomites.

Le dégagement de formes fossiles est également exclu. Les diatomées sont récentes à l'échelle géologique, en aucun cas elles ne peuvent être rattachées aux transgressions marines ayant concerné la région.

L'explication la plus souvent avancée est celle d'un apport par les oiseaux migrateurs. Elle est logique et facile, mais on peut cependant s'interroger sur le nombre de fois où un tel oiseau s'est "lavé les pattes" avant d'arriver dans la station. Et s'il est venu directement, il reste problématique d'imaginer qu'une diatomée se soit détachée juste à l'endroit et au moment où se faisait la récolte. Il fallait de plus que parmi tous les individus récoltés elle se soit retrouvée dans la préparation microscopique et que celle-ci soit totalement dépouillée.

Une autre explication est celle d'une survie et d'une possibilité de multiplication dans une des formations plus ou moins saumâtres de la région. L'entraînement depuis cette ressource locale leur permettrait de se manifester ensuite dans des lieux inhabituels. Mais assez curieusement, comme nous l'avons

signalé ci-dessus, ces diatomées centriques sont rares ou absentes des milieux saumâtres de la Seille où leur présence était attendue.

En ce qui concerne l'existence de ces espèces marines, dont la réalité ne peut être niée mais n'ayant théoriquement pas leur place dans les milieux dulcicoles continentaux de la région Rhin-Meuse, plusieurs hypothèses peuvent être formulées:

- l'erreur de détermination. Elle ne peut être écartée, mais l'aval de la confrontation avec d'autres spécialistes la rend peu probable.
- les variations morphologiques d'un type génétique. Cela remet en cause les fondements de la systématique algale au niveau des critères spécifiques.
- la validité insuffisamment connue des indications de la valence écologique, c'est-à-dire de l'amplitude des variations d'un paramètre qu'une espèce est capable de subir.

D'après nos travaux ici rassemblés, combinant à la fois l'espace, en terme du nombre de lieux de prélèvements dans des bassins différents et le facteur temps, en dizaines d'années, il apparaît que les possibilités d'adaptation des diatomées leur assureraient une plasticité écologique beaucoup plus grande que celle communément admise. Une remarque de prudence s'impose pour les espèces isolées car la détermination des diatomées s'opère à partir du frustule siliceux, totalement débarrassé de son contenu cellulaire. Il est donc impossible d'affirmer que cette observation concerne un individu vivant, la possibilité de l'entraînement d'une cellule morte depuis un autre site ne peut être écartée. Ce risque diminue considérablement dès que plusieurs individus sont présents.

Ultime remarque suggérée par l'étude de la distribution des diatomées: nous pensons, sans être à ce jour en mesure de le justifier sur le plan physiologique que certains facteurs pourraient être au moins partiellement substitutifs et/ou cumulatifs. Cela concernerait la charge en matières organiques et la salinité, notamment pour des espèces trouvées dans la Meurthe et la Seille.

## **Rôle des algues et enjeux économiques.**

L'étude quantitative de la communauté algale est souvent pleine de difficultés. L'une des raisons est la diversité des milieux colonisés et nous l'avons souligné, la difficulté d'obtenir un échantillon représentatif pouvant être relié à une dimension du milieu aquatique, surface ou volume. Cela explique que la plupart des informations quantitatives concernent les eaux closes, plus proches des milieux océaniques d'où est issu nombre de méthodes.

Le terme de **biomasse** est fréquemment utilisé en synonymie de quantité d'organismes. Elle doit être exprimée, le plus souvent en poids, par rapport à une dimension du milieu, habituellement surface ou volume. Un seul aspect de la biomasse est généralement étudié: elle peut être animale ou végétale, concerner

une taille (macro-, micro-, nanoplancton par exemple) voire être limitée à une unité systématique plus ou moins vaste. Il est également souhaitable de séparer la biomasse vivante des organismes morts, leurs rôles étant différents.

Pour les algues la biomasse est souvent exprimée en quantité de pigments chlorophylliens, par exemple:  $x$  mg de chlorophylle  $a \cdot m^{-2}$  ou  $\cdot m^{-3}$ . Ainsi la biomasse rend compte de la quantité globale de matière biologique plus ou moins étroitement définie, présente à un instant donné, mais ne renseigne pas sur son évolution dans le temps. Cette indication est importante car elle conditionne le potentiel du milieu et son aptitude à diverses utilisations: on la mesure par le biais de la production.

La **production** (algale) est la quantité de biomasse (algale) produite par unité de temps (jour le plus souvent). Une méthode souvent utilisée est celle de la production d'oxygène photosynthétique:  $x$  mg de dioxygène  $\cdot m^{-3} \cdot j^{-1}$ . Les comparaisons entre biomasse et productivité permettent d'apprécier l'efficacité du fonctionnement de l'écosystème, notion utile par exemple en pisciculture d'étangs.

Une dernière notion, rarement étudiée par suite de ses difficultés, est la **productivité**, définie comme le rapport entre la production et un élément entrant de l'écosystème, par exemple flux de nutriments (azote, phosphore) ou énergie lumineuse. Elle débouche sur une notion de rendement.

Il n'est pas possible de clore ce catalogue sans évoquer quelques aspects de l'**utilité** des algues.

Si l'eau est leur élément d'élection, elles peuvent se contenter de traces d'humidité et subsister dans les conditions les plus extrêmes, constituant ainsi la seule ressource de biomasse renouvelable. La production algale, qui est une production I (primaire) est à la base des ressources trophiques des écosystèmes aquatiques.

L'inventaire systématique d'un site répond certes au désir d'accroître les connaissances en décrivant les communautés algales mais permet aussi de mettre en évidence le patrimoine biologique qu'elles représentent.

Les études d'impact et de suivi algologiques ont pour but de prédire les modifications éventuelles résultant d'aménagements divers des milieux et d'en vérifier le bon fonctionnement.

Les proliférations algales, ou fleurs d'eau, ne peuvent encore être contrôlées en temps réel, mais constituent un signal d'alerte fort. Elle traduisent le dysfonctionnement de l'écosystème et si beaucoup ne créent qu'une nuisance esthétique, d'autres peuvent contrarier l'utilisation de la ressource, sans aller jusqu'au risque potentiel de toxicité, qu'il est souhaitable de surveiller...

Les rôles des algues sont multiples, parfois inattendus; elles pourraient être une réponse à la faim dans le monde, produire de nouveaux médicaments, des biomatériaux, faciliter la conquête de l'espace, etc. (PIERRE 1972 c). Une évocation exhaustive du rôle des algues dans les milieux continentaux n'est pas par ailleurs la finalité de ce catalogue.



## CONCLUSION

Ce catalogue est riche de près de 760 taxons correspondant à 193 genres et espèces d'Algues sans compter les diatomées qui représentent 566 formes réparties en 52 genres.

L'inventaire, depuis 1977, des diatomées sur le seul site de Fessenheim conduisait à plus de 340 entrées. A titre de comparaison, le catalogue des diatomées de la région lorraine du Grand-Duché de Luxembourg dressé en 1953 par WECKERING était limité à 325 espèces ou variétés.

Ces résultats proviennent du dépouillement d'environ 1500 échantillons prélevés dans plus de 200 localités irrégulièrement distribuées dans l'espace hydrographique entre Rhin et Meuse. Pratiquement tous les types de milieux régionaux, si divers soient-ils, ont été inventoriés. Il n'y manque que les lacs vosgiens (les nombreuses observations sur les têtes de bassin dans le massif vosgien laissent présager le peuplement diatomique probable) et les tourbières alcalines, lacunes que nous espérons combler d'ici peu.

Il est certain que la diversité des milieux rencontrés est responsable de la diversité en espèces: chaque milieu offre ses caractéristiques qui déterminent les possibilités d'apparition, tant des espèces communes ou dominantes, que de celles rares ou isolées. L'inventaire ne sera pas le même dans un ruisseau acide du massif des Vosges et dans le lent cours inférieur d'une rivière ou d'un fleuve de plaine.

Le nombre élevé d'espèces algales est accentué et lié à l'existence de milieux régionaux très particuliers, tels que les tourbières acides et plus encore les milieux saumâtres ou salés constituant des exceptions en milieu continental. Il est pour le moins souhaitable de conserver dans son état actuel la diversité biologique de ce patrimoine naturel.

Si le présent catalogue constituait dans l'avenir un document de référence ce serait pour nous une satisfaction et la justification de cette partie de nos travaux consacrée aux milieux aquatiques continentaux du nord-est de la France.

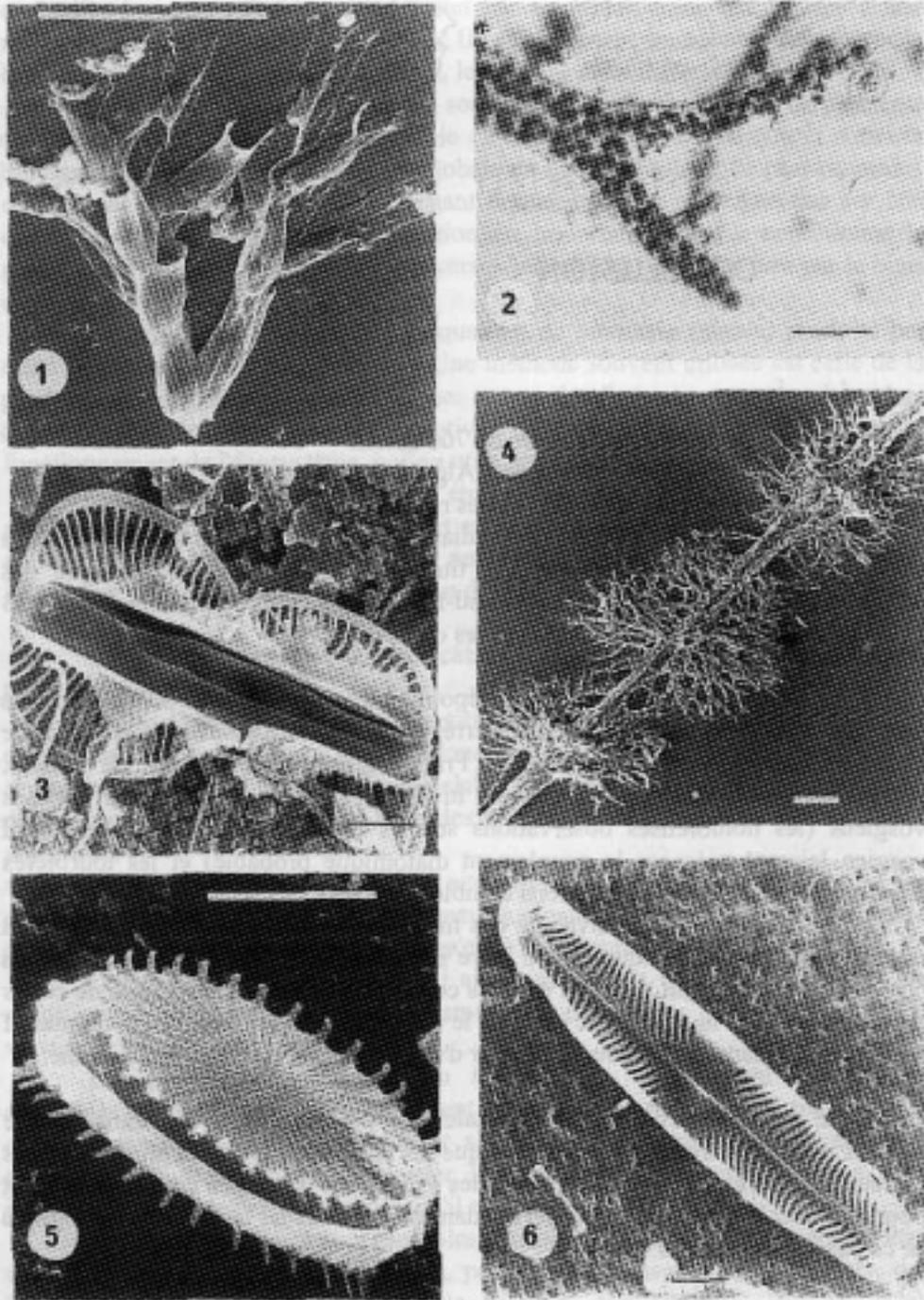
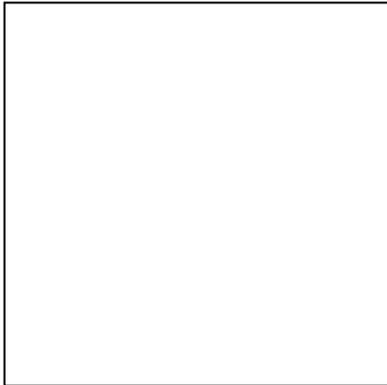


Planche III      la barre représente 50  $\mu\text{m}$  (Fig. 1, 2, 4) ou 5  $\mu\text{m}$  (Fig. 3, 5, 6)  
 CHRYSOPHYTES CHRYSOPHYCEES: Figure 1 (MEB): *Dinobryon sertularia*; Fig. 2:  
*Hydrurus foetidus*. CHRYSOPHYTES BACILLARIOPHYCEES : Fig. 3 (MEB):  
*Entomoneis alata*, forme d'eaux salées marines et continentales; Fig. 5 (MEB):  
*Stephanodiscus sp.*; Fig. 6 (MEB): *Pinnularia microstauron*. RHODOPHYTES : Fig. 4  
 (MEB) *Batrachospermum sp.*



## REMERCIEMENTS

L'intérêt de publier un catalogue des algues de Lorraine m'est très tôt apparu. Je mentionnais déjà cette idée en conclusion de mon intervention au 1er séminaire d'évaluation des richesses naturelles de Lorraine, tenu à Metz les 14-15 avril 1982.

Je fus vivement encouragé par Pierre BOURRELLY à concrétiser un jour cette intention. Les circonstances m'amènèrent au fil des années à déborder des limites étroites de la province.

Je souhaiterais en premier lieu rappeler la mémoire de ceux qui m'initièrent et me guidèrent dans les méandres de la discipline algologique. Le Professeur Roger Guy WERNER m'ouvrit son laboratoire de Cryptogamie à Nancy et très vite me manifesta sa confiance. Emile MANGUIN, diatomiste de réputation mondiale, en retraite active au laboratoire de Cryptogamie du Museum National d'Histoire naturelle de Paris et le directeur de ce laboratoire, le Professeur Pierre BOURRELLY dont les travaux algologiques font autorité, furent mes garants parisiens. Ceux qui les connurent conservent en mémoire l'accueil chaleureux qu'ils réservaient à leurs visiteurs. Professeur de l'Université de Rennes, Serge VILLERET fut ma caution universitaire extérieure et son expérience en écologie, science alors naissante, me guida dans l'argumentaire de ma thèse.

La présence du gisement salifère meurthois et ses répercussions sur la flore algale m'amènèrent à rencontrer des industriels utilisateurs. La réalisation de mon film sur l'hydrobiologie de la Meurthe et sa présentation à des publics concernés me firent connaître dans le milieu de l'eau. Étant le seul représentant local de la discipline je fus dès lors régulièrement consulté et confronté à des problèmes variés dans des milieux très différents. L'occasion m'est donnée ici de remercier les personnes, les organismes privés ou publics, les collectivités locales ou territoriales qui initièrent ces recherches et m'autorisèrent à en utiliser les résultats dans le cadre

de mes activités scientifiques. Cette liste présentée sans ordre préférentiel est incomplète car elle ne peut intégrer toutes les interventions ponctuelles ou de caractère strictement privé effectuées au cours de ces nombreuses années, ni toutes les personnes ou organismes m'ayant apporté leur concours occasionnel. Aussi j'invite ceux que je n'ai pas cités à ne pas m'en tenir rigueur.

ASSUTIM : Association des Utilisateurs Industriels d'eau des bassins de la Meurthe, de la Moselle et de la Meuse,  
GEC ALSTHOM à Belfort,  
Institut de Recherches Hydrologiques de Nancy et de Colmar,  
Laboratoire d'Hygiène et de Recherche en Santé publique de Nancy,  
Fondation Universitaire Luxembourgeoise à Arlon,  
Université de la Sarre,  
Université de Strasbourg,  
Institut Européen d'Ecologie et laboratoire d'Ecologie de l'Université de Metz,  
Electricité de France, sur les trois sites de production nucléaire de Fessenheim, de Chooz et de Cattenom,  
Agence financière de bassin Rhin-Meuse,  
Service Régional d'Aménagement des Eaux de Lorraine,  
Ecole nationale du Génie rural, des Eaux et Forêts,  
Centrale sidérurgique de Richemont,  
Société mosellane des eaux,  
Conservatoire des Sites de Lorraine,  
Ville de Montigny-les-Metz,  
Ville de Nancy,  
Communauté urbaine du Grand Nancy,  
Conseil général de Meurthe et Moselle et spécialement son président de l'époque, M. Jacques BAUDOT, dont le soutien personnel opportun se concrétise dans le présent travail,  
Conseil régional de Lorraine.

C'est avec plaisir que je mentionnerai enfin les deux sociétés scientifiques lorraines, la Société d'Histoire naturelle de la Moselle et l'Académie lorraine des Sciences, toute récente sous ce nom mais héritière d'une longue tradition, où j'ai présenté à de nombreuses reprises les résultats d'une partie de mes travaux. Je remercie leurs membres et les collègues, pour l'accueil qu'ils m'ont réservé et l'intérêt de leur écoute.



## BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie détaillée des auteurs de travaux algologiques en Alsace-Lorraine n'est pas reprise ici. Elle peut être retrouvée dans nos publications (PIERRE 1966 b et 1979). Ne figurent dans la bibliographie que les auteurs faisant l'objet d'une citation particulière.

### BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- BALDENSPERGER A., 1925 - La faune et la flore planctonique des lacs des Hautes Vosges. I. *Bull. Soc. Hist. nat. Colmar*, XIX, 151-176.
- BALDENSPERGER A., 1926 - *ibid.*, II, *ibid.*, XX, 63-89.
- BALDENSPERGER A., 1928 - *ibid.*, III, *ibid.*, XXI, 171-296.
- BOSELER G., 1961 - Contribution à l'étude algologique de la Meurthe en aval de Nancy. *D.E.S. Fac. Sci. Nancy*, 56 pp.
- de POUQUES M.L., 1953 - Contribution à la flore algale de Lorraine. *Bull. Soc. Sci. Nancy*, **12**, 2,66-76.
- de POUQUES M. L., 1955 - Nouvelle contribution à l'étude de la flore algale de Lorraine: les étangs de la forêt de la Reine. *Rev. Algol.*, 12p.
- DESCY J.P., WILLEMS C., 1991 - Contribution à la connaissance du Phytoplancton de la Moselle (France). *Crypt. Algol.*, **12**, (2) : 87-100.
- GIORGINO J., KAMPMANN F., 1864 - Matériaux pour une flore cryptogamique de l'Alsace. *Bull. Soc. Hist. nat. Colmar*, V,113-146.
- HARMAND J., 1894 - 1899 - Catalogue descriptif des Lichens observés en Lorraine. *Bull. Soc. Sci. Nancy*.
- JANSEN P., 1967 - Een onderzoek naar de Kwaliteit van het Maaswater in Frankrijk en België. *Nat. Hist. Maandbl., Nederl.*, **56**, 5, 74-84.
- PATOU C., 1962 - Etude de la flore algale de quelques marais salés de Lorraine. *D.E.S. Fac. Sci. Nancy*, 43 pp.
- PIERRE J.F.,- 1961 - Sur la présence de diatomées halophiles dans la Meurthe. *C.R. Acad. Sci.*, 253, -1114-1115.
- 1962 - Recherches hydrobiologiques sur la Meurthe en amont de Nancy. *Bull. Soc. lorr. Sci.*, **2**, 3, 52-61.

- PIERRE J.F., 1963 - Un aspect de la florule diatomique de l'étang d'Haspelschiedt. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **3**, 2, 80-82.
- 1965 a - Quelques diatomées marines des eaux douces et saumâtres de Lorraine. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **5**, 3, 17-20.
  - 1965 b - Aperçus récents sur la recherche algologique en Lorraine. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **5**, 3, 53-88.
  - 1966 a - Le genre *Enteromorpha* dans les eaux saumâtres de Lorraine. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **6**, 1, 31-34.
  - 1966 b - Deux siècles de recherche sur la systématique et l'écologie des algues de Lorraine. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **6**, 2, 127-134.
  - 1966 c - Recherches hydrobiologiques sur la Meurthe. Ecologie et systématique de la flore algale. I. Essais des eaux. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **6**, 3, 194-208.
  - 1968 a - Recherches hydrobiologiques sur la Meurthe. Ecologie et systématique de la flore algale. II. Analyse et dynamique d'une population de diatomées. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **7**, 1, 64-81.
  - 1968 b - Recherches hydrobiologiques sur la Meurthe. Ecologie et systématique de la flore algale. III. Les Algues non siliceuses. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **7**, 2, 150-164.
  - 1968 c - Etude hydrobiologique de la Meurthe. Contribution à l'écologie des populations algales. Thèse doct. Fac. Sci. Nancy - *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **7**, 4, 261-412.
  - 1969 a - Etude expérimentale du comportement *in situ* d'une population diatomique maintenue en enceinte dialysante. *Hydrobiologia*, **33**, 3-4, 364-368.
  - 1969 b - Les pollutions de la Basse Meurthe. Influence sur l'évolution des populations algales. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **8**, 4, 255-269.
  - 1970 a - Répartition des algues dans quelques formations saumâtres de Lorraine. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **9**, 1, 168-173.
  - 1970 b - Hydrobiologie du Sânon : Contribution à l'étude des affluents de la Meurthe. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **9**, 3, 169-478.
  - 1970 c - Le ruisseau de Foirou : Contribution à l'étude hydrobiologique des affluents de la Meurthe. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **9**, 4, 534-542.
  - 1970 d - Etude hydrobiologique du ruisseau de Ravines (Vosges). *Bull. Soc. bot. Fr.*, **117**, 89-96.
  - 1970 e - Morphologie ultrastructurale de Diatomées au microscope électronique à balayage. *Rev. Algol.*, **X**, 1, 76-77, 1 pl.
  - 1972 a - Les populations diatomiques du bassin de la Meurthe. Un essai de synthèse hydrobiologique. *Ann. Hydrobiol.*, **3**, 1, 5-19.
  - 1972 b - Sur un problème de colmatage de prise d'eau par les algues. *Techn. Eau, Belg.*, **303**, 36-40.
  - 1972 c - Les algues et l'avenir de l'humanité: fictions et réalités. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **11**, 4, 259-264.

- PIERRE J.F., 1973 - & KILBERTUS G. - Approche microbiologique et algologique d'une phase primaire d'eutrophisation d'un cours d'eau. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **120**, 7-8, 293-302.
- 1974 - & REISINGER O., KILBERTUS G. - Observations ultrastructurales de la biodégradation d'une algue dans un écosystème aquatique. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **13**, 2, 137-153.
  - 1975 a - Etude écologique préliminaire des eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse. *Techn. Eau, Belg.*, 337, 1-9.
  - 1975 b - Contribution à l'étude hydrobiologique des eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse. I. Evolution du phytoplancton des eaux du cours moyen et supérieur de la Meuse. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **14**, 3, 91-108.
  - 1975 c - Etude au microscope électronique de la biodégradation de quelques algues par les bactéries. *C.R. 1er Congr. internat. Biodégradation et humification*, Nancy 1974, Pierron édit., Sarreguemines, 195-201.
  - 1975 d - & LANG J. - Etudes complémentaires des Diatomées de quelques dépôts actuels ou quaternaires, hydrothermaux et lacustres de l'Afghanistan central. *Bull. Soc. bot. Fr.*, **122**, 5-6, 217-224.
  - 1976 - Contribution à l'étude hydrobiologique des eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse. III. Pollution et affluents de la rive gauche de la Moselle. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **15**, 1, 27-37.
  - 1977 a - Contribution à l'étude hydrobiologique des eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse. IV. Cours supérieur et affluents de la Sarre. *Faun. u. Florist. Notizen Saarland, Dtsch.*, **8**, 3-4, 16-24.
  - 1977 - Algues et mortalité piscicole en Semois. *Techn. Eau., Belg.*, **16**, 3, 88-92.
  - 1978 a - Etude de la végétation algale d'une installation d'alimentation artificielle d'une nappe alluviale de la Moselle. *Techn. Eau, Belg.*, 380-381, 47-52.
  - 1978 b - Evolution de la flore diatomique d'une installation d'alimentation de nappe alluviale en Lorraine. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **17**, 2, 51-61.
  - 1979 - Contributions récentes à la connaissance de la flore algale de Lorraine. *Bull. Bull. Hist. nat. Moselle*, **42**, 209-226.
  - 1980 a - Etudes algologiques sur le site de la centrale électronucléaire de Fessenheim. *Techn. Sci. munic. Eau*, **75**, 5, 217-224.
  - 1980 b - Etude algologique de deux affluents de la Meuse: la Chiers et la Semois. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **19**, 1, 3-10.
  - 1980 c - Etude des algues de la Meuse: constat floristico-écologique. *Techn. Eau, Belg.*, 404-405, 35-44.
  - 1981 - Etude algologique d'étangs de Lorraine: trois étangs de la ligne Maginot. *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, **43**, 233-248.
  - 1983 a - Suivi algologique sur le site de la centrale électronucléaire de Fessenheim. *Techn. Sci. munic. Eau*, janv.-fév. 83, 79-81.
  - 1983 b - Etude de la flore diatomique du Grand canal d'Alsace au niveau du site de Fessenheim. I. Année 1980. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **21-22**, 2, 7-16.
  - 1983 c - Etude de la flore diatomique du Grand canal d'Alsace au niveau du site de Fessenheim. II. Année 1981. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **21-22**, 2, 23-31.

- PIERRE J.F., 1983 d - Etude algologique du lac-tourbière de Lispach. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **21-22**, 2, 17-21.
- 1984 a - Critères écologiques pour la Sarre allemande: étude de la végétation algale. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **23**, 2, 35-63.
  - 1984 b - Contribution à l'étude hydrobiologique des eaux superficielles du bassin Rhin-Meuse. II. Comparaison des relevés diatomiques mosans. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **23**, 4, 171-174.
  - 1985 a - Evolution annuelle du phytoplancton mosan au niveau du site électronucléaire de Chooz (Ardennes). *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **24**, 1, 5 - 23.
  - 1985 b - Etude algologique de la Blies, affluent de la Sarre. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **24**, 2, 51-60.
  - 1985 c - Etude algologique des étangs de Vaux. *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, 44, 67-75.
  - 1985 d - Etude algologique et production primaire de trois étangs de Moselle: Hoste-Haut, Hoste-Bas et Hirbach. *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, 44, 77-98.
  - 1985 e - Bilan algologique de la lutte antipollution : le cas de la Basse-Meurthe. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **24**, 4, 125-136.
  - 1986 a - Etude des peuplements de Diatomées d'un système d'étangs en Lorraine belge. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **25**, 3, 89-102.
  - 1986 b - Phytoplancton et eutrophisation de deux cours d'eau du bassin Rhin-Meuse. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **25**, 4, 115-129.
  - 1987 a - Flore algale et eutrophisation en Haute-Meuse. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **26**, 3, 91-100.
  - 1987 b - Complément à l'étude algologique de la Meurthe. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **26**, 4, 123-140.
  - 1987 c - Inventaire des diatomées de la carotte JK1 et implications paléoclimatologiques à Hichu-Kkota. *Géodynam.*, **2**, 2, 112-113.
  - 1988 - Effet sur la microfaune et la microflore de la pollution chimique des eaux du Rhin. *Tribune de l'Eau*, **41**, 531, 11-15.
  - 1989 a - Evolution décennale de la microbiocénose du Rhin, au niveau du site électro-nucléaire de Fessenheim (Haut Rhin). *Crypt. Algol.*, **10**, 2, 117-128.
  - 1989 b - Inventaire du peuplement diatomique du Rhin canalisé (1977 - 1987). *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **28**, 3, 87-105.
  - 1990 a - Etude hydrobiologique de trois stations de référence du bassin Rhin-Meuse. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **29**, 4, 179-191.
  - 1990 b - & VEIN D., GIGLEUX M., FLECHT A., MARZOU R., PIHAN J.C. - Trophic evolution of a reservoir with overheated waters: nuclear power station at Cattenom, Moselle, east France. *Ann. Limnol.*, **27**, 1, 87-98.
  - 1991 a - & ALLOUC J., GUILLET B. - Freshwater calcitic and manganic algal crusts from the "plaine lorraine" (eastern Paris basin). *Developments in Geochemistry, 6: Diversity of environmental biochemistry*, Elsevier Ed., 349-360.

- PIERRE J.F., 1991 b - Evolution de la microbiocenose de la retenue du Mirgenbach après la mise en fonctionnement du Centre de Production nucléaire de Cattenom (Moselle) France. *Actes XIe coll. Diatom. lang. Fr.*, Douai 1991, Agence de l'eau Artois-Picardie Ed., 143-149.
- 1993 - & MORLOT M. - Etude hydrobiologique de la retenue du Rupt-de-Mad. *J. Franç. Hydrol.*, **24**, 2, 207-220.
  - 1994 a - Etude algologique du bassin de la Moder. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **33**, 1, 41-56.
  - 1994 b - Le Ried d'Alsace: essai d'une phytosociologie algale. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **33**, 3, 125-129.
  - 1995 - Diatomées de quelques écoulements saumâtres de Lorraine. *Vie Milieu*, **45**, 3:4, 295-299.
  - 1996 a - Flore algale du Rhin canalisé: données récentes. *Bull. Fr. Pêche Pisc.* 341-342, 109-114.
  - 1996 b - Communauté algale et acidité des ruisseaux du massif vosgien. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **35**, 3, 139-156.
  - 1996 c - Abondance saisonnière et biométrie de la dinophycée planctonique *Ceratium hirundinella* (O.F.Müll.) Schrank dans la retenue du Centre nucléaire de production électrique de Cattenom (Lorraine, France). *Hydroécol. Appl.*, **8**, 1-2, 127-142.
  - 1997 a - Formations saumâtres en Lorraine: étude algologique de trois stations inédites. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **36**, 1, 21-28.
  - 1997 b - Etude algologique en eaux saumâtres continentales: les marais de Lagrange-Fouquet en Lorraine. *J. Rech. Océanogr.*, **22**, 1, 31-36.
  - 1998 a - Etude algologique des mares saumâtres de Marsal et Blanche-Eglise. *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **37**, 2-4, 137-141.
  - 1998 b - Etude algologique de formations saumâtres de la vallée de la Seille (Lorraine, France). *Bull. Acad. Soc. lorr. Sci.*, **37**, 2-4, 142-152.
  - 1999 a - Inventaire algologique des formations saumâtres continentales de Lorraine. *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, **48**, 147-173.
  - 2000 a - Etude algologique de la Vezouze: aspects écologiques et halieutiques. *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, **49**, sous presse.
  - 2000 b - Nouvelles observations sur la morphologie et la biométrie de *Ceratium hirundinella* (O.F.Müll.) Schrank dans le nord-est de la France. *Bull. Acad. lorr. Sci.*, **39**, 1-4, 15-21.
  - 2001 a - Suivi algologique de la réserve d'approvisionnement en eau de Richardménil (Lorraine, France). *Bull. Acad. lorr. Sci.*, **40**, 1-2, 3-10.
  - 2001 b - Les Diatomées du réservoir du Mirgenbach (Centre Nucléaire de Production électrique de Cattenom, Moselle, France). *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, sous presse.
- ROUSSARD M., 1965 - Etude de la flore algologique de la moyenne et de la basse Seille. *D.E.S. Fac. Sci. Nancy*, 73 pp.
- SYMOENS J.J., 1957 - les eaux douces de l'Ardenne et des régions voisines: les milieux et leur végétation algale. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.*, **89**, 111-314.

- VUILLEMIN P., 1912 - La périodicité des caractères spécifiques. *Bull. Soc. Sci. Nancy*, XIII, 3, 179-218.
- WECKERING S., 1953 - Les Diatomées de la région lorraine (Gutland) du Grand Duché de Luxembourg. *Bull. Soc. Nat. Luxemb.*, 47,151-211.
- WIDERKEHR L.P., WERNER R.G., REMY P., 1966 - Etude hydrobiologique de la Fecht (Haut Rhin). Edit. hors commerce, S.A.E.P.Imp., Colmar.

## BIBLIOGRAPHIE SPÉCIALISÉE

### Ouvrages de systématique.

Il n'est pas question ici d'être exhaustif, mais de citer les ouvrages de détermination fondamentaux, en microscopie optique. A cette base s'ajoutent les ouvrages spécialisés, comme les monographies souvent abondamment illustrées ainsi que les très nombreuses publications des systématiciens.

#### 1. Algologie générale

- Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutsch-Österreich und der Schweiz. 2. Algen. MIGULA W., Gera, 1907-1909.
- Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. PASCHER A., Jena 1913-1936
- Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Leipzig, 1930-1959.
- Das Phytoplankton des Süßwassers. HUBER-PESTALOZZI G., Stuttgart, 1938-1972.
- Süßwasserflora von Mitteleuropa. Ettl H., Gerloff J., Heynig H., Moltenhauser D., Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 1978-2...
- Les Algues d'eau douce. BOURRELLY P., Boubée, Paris, 1966-1970.
- Flore pratique des Algues d'eau douce de Belgique. COMPÈRE P., Jard. bot. nat. Belg., Meise, 1986-1991.

#### 2. Diatomées

- Atlas der Diatomaceen-Kunde. SCHMIDT A. 1874-1959.
- A treatise of the diatomaceae. van HEURCK H., London, 1896.
- Diatomées marines de France. PERAGALLO H & M., Tempère Edit. Grez/Loing, 1897-1908.
- Rabenhorsts Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. VII, 1-2, Die Kieselalgen. HUSTEDT F., Leipzig, 1930-1966.
- Die Süßwasser-Flora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. 10: Bacillariophyta (Diatomeae). HUSTEDT F., Jena 1930.

- Die Diatomeen von Schweden und Finnland. CLEVE-EULER A., Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handlingen, 2-5, 1951-1955.
- Diatomeeënflora van Nederland. Van der WERFF A., HULS H., Den Haag, 1957.
- The diatoms of the United States. PATRICK R., REIMER C., Monogr. Ser., Acad. nat. Sci. Philadelphia, 1966-1975.
- Flore des Diatomées: eaux douces et saumâtres. GERMAIN H., Boubée, Paris, 1981.
- Süßwasserflora von Mitteleuropa. KRAMMER K., LANGE-BERTALOT H., 2, 1-4, Bacillariophyceae, Stuttgart, 1986-1991.
- An atlas of british diatoms. HARTLEY B., Biopress Ltd, Bristol, 1996.
- Diatomées et médecine légale. LUDÉS B., COSTE M., Lavoisier, Paris 1996.

## ADDENDA

Ce travail était terminé lorsqu'à l'occasion d'un inventaire algal concernant deux mares situées dans un parc public de la communauté urbaine de Nancy deux diatomées non encore répertoriées ont été observées (PIERRE 2001 à paraître).

Il convient de compléter ainsi le catalogue:

Genre *FRAGILARIA* Lyngbye

*F. (Synedra) arcuata* (Oestrup) A. Cl. var. *subrecta* A.Cl. : EC

Taxon absent des flores européennes occidentales. L'exemplaire observé correspond à la description d' A. CLEVE-EULER (1953, p. 68, fig. 388 B, c) qui signale la variété rare en eaux marines et saumâtres (Bohuslän Kristineberg).

Genre *GOMPHONITZSCHIA* Grunow

*G. ungeri* Grunow : EC

Absents des flores européennes occidentales le genre et l'espèce sont mentionnés par BOURRELLY (1968) comme rarement distribués dans les eaux douces tropicales. KRAMMER et LANGE-BERTALOT en donnent une illustration à partir de matériel du Zaïre (1988, T. 92, fig. 12). A. CLEVE-EULER (1952, p. 94, fig. 1517) signale l'espèce en eau douce dans un marais de Laponie finlandaise.

BOURRELLY P., 1968 - Les Algues d'eau douce. II. Les Algues jaunes et brunes. Boubée, Paris.

CLEVE-EULER A., 1952 - Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Teil V , (Schluss.). *Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handl.*, 3, 3, 1-153, 46 pl.

CLEVE-EULER A., 1953 - *ibid.*, Teil II. *Kungl. Svenska Vetenskapsakad. Handl.*, 4, 1, 1-158, 36 pl.

KRAMMER K, LANGE-BERTALOT H., 1988 - Süßwasserflora von Mitteleuropa. 2: Bacillariophyta. 2.Teil. G. Fischer Verlag, Stuttgart.

PIERRE J.F., 2001 - *Gomphonitzschia ungeri* Grunow en Lorraine (France). *Bull. Acad. Lorr. Sci.*, à paraître.