

***Potamogeton obtusifolius*, *Ranunculus aquatilis*
et *Sparganium minimum*
dans le réseau hydrographique d'Alsace**

par Jean-Paul KLEIN, Isabelle EGLIN et Roland CARBIENER (*)

« Pour le botaniste l'herbier n'est pas seulement une collection, c'est encore une sorte de dictionnaire, dont chaque page représentée par une plante vous rappelle un souvenir, une histoire. »

Ph. VOSSELMANN (février 1880)

Résumé : La présente note constitue la première d'une série qui sera consacrée aux aspects écologiques, chorologiques et phytosociologiques de macrophytes aquatiques remarquables de la plaine d'Alsace.

Mots-clés : changements floristiques, macrophytes aquatiques, qualité de l'eau, plaine d'Alsace.

Zusammenfassung : Folgende Abhandlung ist der erste Aufsatz einer Folge, die das Vorkommen von seltenen, selten gewordenen oder taxonomisch bedeutsamen Wasserpflanzen in der elsässischen Rheinebene belegt. Der pflanzensoziologische Konnex der jeweiligen Standorte wird belegt. Die ökologischen Aspekte werden an Hand von Wasseranalysen erläutert, das Verhalten gegenüber von organischen Belastungen oder Eutrophierung diskutiert.

Schlüsselworte : Wasserpflanzen, Ökologie, Pflanzensoziologie, Standorte, Rheinebene.

Summary : The present note is the first of a series which will be devoted to ecological, chronological and phytosociological aspects of remarkable aquatic macrophytes in the Alsace plain.

Key-words : floristic changes, aquatic macrophytes, water quality, Alsace plain.

Remerciements : Les auteurs remercient cordialement MM. K. KRAUSE (Aulendorf, Allemagne) et J.F. PIERRE (Nancy). Ils ont respectivement déterminé nos échantillons de Characées et d'Algues. Nous exprimons toute notre gratitude au Pr.C.D.K. COOK (Zürich, Suisse), à P. WOLFF (Dudweiler, Allemagne), et à R. D'HOSE (Wilrijk, Belgique) qui ont confirmé nos déterminations de *Ranunculus aquatilis* et de *Potamogeton obtusifolius*. Tous nos remerciements vont aussi à F. GEISSERT (Sessenheim) qui a accepté de nous guider sur le terrain et à F. DREGER-JAUFFRET qui nous a accueilli à l'Herbier de l'Institut de Botanique de Strasbourg.

(*) J.-P. K., I. E. et R.C. : Laboratoire de Botanique et de Cryptogamie, CEREG, UA95 CNRS, UFR des Sciences Pharmaceutiques, 74, route du Rhin, BP 24, 67401 Illkirch et Conservatoire des Sites Alsaciens, Ecomusée, 68190 Ungersheim.

I. Introduction

En 1878, BUCHINGER signalait déjà les modifications survenues dans la flore d'Alsace à la suite de la rectification du Rhin. Puis c'est WALTER en 1931 qui note la raréfaction et la disparition partielle d'un certain nombre de plantes palustres et aquatiques. Le phénomène s'est accentué avec la canalisation du fleuve (1950-1970). Mais la synthèse des pertes, concernant la flore, et de l'appauvrissement de la végétation consécutif à cette canalisation reste à faire. Ainsi les travaux d'aménagements dont a fait l'objet le Rhin ont considérablement modifié le paysage aquatique du fossé rhénan.

A partir de 1960 c'est l'eutrophisation et la pollution liées aux activités humaines qui portent gravement atteinte aux écosystèmes aquatiques. Ils sont en effet les premiers à être touchés car ils jouent le rôle de collecteurs des eaux dites "usées". Milieux excessivement fragiles et complexes, l'altération de la qualité de leurs eaux se répercute sur les biocénoses associées.

En ce qui concerne l'Alsace les indications fournies par l'excellente flore de KIRSCHLEGER (1852-1862) montrent qu'un grand nombre de plantes encore communes à cette époque sont devenues rares et menacées. De la même manière les informations données par les éditions de 1965 et 1982 de la flore d'Alsace sont à réactualiser.

Les travaux floristiques de KAPP (1957), KAPP (1959), GEISSERT (1959), SELL (1960) et de KAPP et SELL (1965) donnent aussi des renseignements précieux et précis sur la répartition de la végétation alluviale (riveraine, aquatique, palustre...) dans le passé. Plus récemment encore les travaux de ORTSCHIEIT (1975), CARBIENER et ORTSCHIEIT (1987), KLEIN et CARBIENER (1988), CARBIENER et al. (1990), ROBACH et al. (1991) ont porté sur les liens de causalité existant entre les associations de plantes aquatiques et la qualité de l'eau dans la partie centrale de la plaine d'Alsace. Enfin, actuellement, des études d'écologie et de sociologie végétales sont en cours pour la partie nord de la plaine d'Alsace, en aval de Strasbourg : cours inférieur de la Sauer (DOUARD inédit), et cours inférieur de la Moder (KLEIN inédit), dans la zone de confluence de ces deux affluents avec le Rhin.

L'objectif de ce travail est d'une part de préciser la répartition actuelle de trois plantes aquatiques rares et menacées en Alsace et d'autre part d'indiquer le statut trophique des écosystèmes aquatiques qui les abritent au sein du riche réseau hydrographique alsacien (annexe 2). Cette note constitue le début d'une série qui sera consacrée à l'étude écologique, chorologique et phytosociologique de macrophytes aquatiques de la plaine d'Alsace.

II. Méthodologie

La végétation aquatique a été étudiée selon la méthode phytosociologique zuricho-montpelliéraine dite aussi "sigmatiste" fondée par BRAUN-BLANQUET. Sur le terrain nous avons mesuré le pH (Labo-moderne HI 8424), la température,

l'oxygène dissous (OXI 96 WTN) et la dureté (Aquamerck). Les paramètres physico-chimiques suivants N-ammoniacal, N-nitrates, P-phosphates solubles, chlorures et DCO (demande chimique en oxygène) ont été dosés selon les méthodes standard (AFNOR 1986). Rappelons que le niveau trophique de l'eau est corrélé à la concentration en orthophosphates solubles et en N-ammoniacal qui sont deux paramètres généralement couplés, les nitrates étant peu discriminants (CARBIENER et al. 1990).

III. Exemple de trois espèces de végétaux aquatiques devenues rares dans la plaine d'Alsace

III.1 *Potamogeton obtusifolius*

III.1.1. Chorologie

Cette espèce eurasiatique et subocéanique se répartit dans les zones tempérées et froides de l'hémisphère boréal. Le Potamot à feuilles obtuses était encore commun en Alsace au siècle dernier (KIRSCHLEGER 1852-1862). BILLOT avait récolté la plante dans les étangs de la région de Haguenau (in GEISSERT et SCHNEIDER 1979). SCHULTZ (1846) signalait cet hydrophyte au Jaegerthal près de Niederbronn. Mais selon ENGEL et KAPP (1964) « cette remarquable espèce n'a pas été retrouvée dans les Vosges du Nord ».

Pour l'Alsace ce taxon a été mentionné dans le Sundgau par KAPP (1962) et par RASTETTER (1973, 1974). Plus récemment *Potamogeton obtusifolius* a été signalé en 1981 à Kauffenheim (Bas-Rhin) par SIMON (GEISSERT et al. 1985) dans un fossé à courant lent où il côtoyait d'autres espèces devenues rares, *Menyanthes trifoliata*, *Ranunculus lingua* et *Hottonia palustris*. Remarquons que cette plante n'avait pas été citée par NICKLES en 1876 dans son inventaire de la flore de l'arrondissement de Sélestat.

En ce qui concerne les régions limitrophes de l'Alsace, *Potamogeton obtusifolius* a été signalé :

- en Lorraine : GEISSERT et SIMON (1985), DARDAINE (1988)
- dans le Territoire de Belfort : ISSLER (1935)
- dans la Bresse jurassienne : PROST (1973), LHOE et SCHAEFER (1983)
- dans les lacs jurassiens : LEBRUN (1965)
- dans la Dombes : BAREAU (1981)
- dans le Palatinat : WOLFF (comm. personnelle).

L'annexe n° 1 nous fournit les parts d'herbier de l'Institut de Botanique de Strasbourg pour *Potamogeton obtusifolius*.

Dans le reste de la France l'espèce est rare et disséminée dans toutes les régions : COSTE (1900-1906), BONNIER (1911-1935), FOURNIER (1977), GUINOCHET et VILMORIN (1973-1983).

En Europe Centrale, *Potamogeton obtusifolius* est aussi disséminé et/ou rare : CASPER et KRAUSCH (1980), HESS et al. (1967-1972), HEGI (1981), AESCHIMANN et BURDET (1989), OBERDORFER (1990), HERR et WIEGLEB (1985). Dans le cadre d'études phytosociologiques sur la végétation aquatique

du cours inférieur de la Moder nous avons pu retrouver en été 1990 de belles populations de *Potamogeton obtusifolius*. Le biotope en question est un bras latéral de la Moder, le "Hod". Celui-ci présente une grande richesse floristique. Le "Hod" est situé sur le ban des communes de Sessenheim et de Dalhunden (Bas-Rhin). Il est connecté à la Moder par un chenal de crue fonctionnel en période de hautes eaux, mais reste isolé le reste du temps. Signalons que le cours inférieur de la Moder, de Drusenheim à Neuhausel, est sauvegardé par un arrêté de protection de biotope récent (1988).

III.1.2. Écologie du biotope

Les analyses physico-chimiques ont montré que l'eau du «Hod» était méso-eutrophe (tableau 1) à eutrophe, mais claire et oligosaprobe (non polluée) par ailleurs, sauf incursions de la Moder. Ainsi les données de février, mars et avril 1990 montrent des concentrations relativement faibles en phosphore des orthophosphates solubles (de 13 à 25 ppb) et en N-ammoniacal (de 14 à 42 ppb). Ces résultats sont à relier à l'importante crue de la deuxième quinzaine de février 1990 qui a provoqué une forte réalimentation de ce bras latéral en eaux phréatiques relativement pures, venues de l'Ouest probablement, tout juste après la contamination de ce même bras par les eaux de surface eutrophes et polluées de la Moder. Il a été montré par ailleurs (CARBIENER et al. 1990) que le long du Rhin la nappe était contaminée par des infiltrations en provenance du fleuve canalisé et de ce fait plus ou moins eutrophisée. L'augmentation de la concentration en nitrates constatée en février 1990 résulte du lessivage des sols à la suite des fortes pluies enregistrées au début de l'année 1990. Puis on assiste à une élévation des concentrations en azote ammoniacal et des orthophosphates solubles. Cet effet de "concentration" est imputable à la période de sécheresse estivale. En janvier 1991, les fortes pluies ont provoqué des débordements de la Moder objectivés par une forte augmentation des nitrates et de l'azote ammoniacal.

Pour WIEGLEB (1978) *Potamogeton obtusifolius* a un comportement écologique affiné à celui de *Elodea canadensis*. L'abondance de *Ceratophyllum demersum* subsp. *demersum*, et le remplacement de *Elodea canadensis* par *Elodea nuttallii* (CARBIENER et al. 1990) montrent l'importance des périodes eutrophes.

III.1.3. Phytosociologie

Du point de vue phytosociologique *Potamogeton obtusifolius* est rattaché à l'alliance du *Potamogetonion* selon OBERDORFER (1990). Le tableau n° 2 présente le cortège floristique associé au Potamot à feuilles obtuses.

Nos relevés présentent des affinités floristiques avec les relevés publiés en France par BAREAU (1981), LHOTE et SCHAEFER (1983) et en Allemagne par HILBIG (1971), PASSARGE (1957).

La sociologie de *Potamogeton obtusifolius* fait l'objet de discussion chez les auteurs. PASSARGE (1957) distingue dans le *Hottonietum palustris* Tx 1937, une sous-association à *Potamogeton obtusifolius* quand la profondeur de l'eau est importante (*Hottonietum potametosum*). En revanche, dans les pièces d'eau qui ont tendance à se dessécher, il distingue un *Hottonietum ranuncu-*

letosum aquatilis. Rappelons que le *Hottonietum palustris* est un groupement typique d'eaux non polluées, peu carbonatées, mésotrophes à eutrophes et souvent humifères. HILBIG (1971) et BAREAU (1981) décrivent un groupement à *Potamogeton obtusifolius* et à *Potamogeton trichoides*. WEBER-OLDECOP (1971) divise le *Stratiotetum aloides* de Basse Saxe qui est un groupement plus ou moins vicariant du *Hottonietum* dans les eaux moins minéralisées (non calcaires), en 3 sous-associations dont celle à *Myriophyllum verticillatum* qui est caractérisée par la présence de nombreuses espèces de Potamots dont *Potamogeton obtusifolius*. Cet auteur note aussi la présence de *Potamogeton obtusifolius* dans le *Potameto-Nupharetum* ainsi que dans le *Myriophyllo-Nupharetum*. L'origine d'une telle répartition tient à des facteurs géographiques. En effet WEBER-OLDECOP (1969), se basant sur MÜLLER et GÖRS (1960), constate que le *Myriophyllo verticillati-Nupharetum* (médio-européen et méso-eutrophe) se développe à l'étage planitiaire et collinéen et que celui-ci est relayé à l'étage montagnard par une association boréale oligo-mésotrophe le *Potameto-Nupharetum*. WIEGLEB (1977) considère l'association à *Potamogeton obtusifolius* comme une association pionnière qui ne colonise que les biotopes à niveau d'eau variable. La présence de *Ranunculus circinatus* à tempérament pionnier typique corrobore ce statut. Ainsi une revue de la littérature montre que la situation syntaxonomique de l'association à *Potamogeton obtusifolius* reste à préciser.

Sur le plan écologique, l'espèce semble de par son insertion sociologique devoir être classée comme oligosaprobe, eutrophe (mais exclue des eaux hypertrophes), "acidocline" (eaux de dureté non excessive) et adaptée à de fortes fluctuations hydrologiques. Dans notre cas, cependant, les fluctuations du niveau d'eau restent contenues dans une fourchette d'environ 2 mètres, le site étant situé à l'extérieur de la digue principale du fleuve (établie vers 1860).

La présence de *Nymphaea alba*, intolérant à des battements de niveau d'eau trop marqués, l'atteste. *Nymphaea alba* est toujours absent des bras rhénans internes aux digues! Il s'agit aussi d'une plante très typique, de pair avec *Hydrocharis morsus-ranae*, *Hottonia palustris* et *Myriophyllum verticillatum*, de bras morts isolés du fleuve depuis au moins un siècle. Toutes ces espèces partagent le statut de "pollutophobes" mais méso-eutrophes à eutrophes d'eaux claires "propres" et souvent humifères. L'influence des apports d'eau peu minéralisée d'une terrasse siliceuse proche (terrasse de Haguenu) est probable. Ces eaux relèvent du type "paléopotamon non colmaté" de la classification typologique proposée par RICHARDOT-COULET et al. (1982) pour la subdivision des hydrosystèmes des grands fleuves.

En revanche, pour *Potamogeton obtusifolius* le diagnostic est à nuancer du fait du tempérament pionnier noté. L'intense fréquentation des lieux par des pêcheurs pourrait aussi contribuer à des perturbations favorisant cette espèce. Les diagnoses, souvent remarquables, de la flore phytosociologique d'Allemagne du Sud d'OBERDORFER (1990) sont cohérentes avec nos résultats.

III.2. *Ranunculus aquatilis*

III.2.1. Chorologie

Ce taxon pionnier subcosmopolite dont le binôme désignait anciennement tout un ensemble d'espèces à dimorphisme foliaire est fort peu commun en général. Ainsi, la flore de BONNIER (1911-1935) mentionne 35 sous-espèces, 25 races et 12 variétés. Selon COOK (1966) le groupe *Ranunculus aquatilis* comporte 17 espèces (in HESS et al. 1967-1972). *Ranunculus aquatilis* constitue avec *Ranunculus peltatus*, *Ranunculus pseudofluitans* et *Ranunculus trichophyllus* s.l. un groupe d'espèces difficiles à distinguer les unes des autres. La distinction entre *Ranunculus peltatus* et *Ranunculus aquatilis* repose sur des critères morphologiques et Caryologiques (COOK 1966). Auparavant, *Ranunculus peltatus* était considéré comme une simple variété de *Ranunculus aquatilis*. GÉHU et MÉRIAUX (1981) considèrent que le *Ranunculetum aquatilis* SAUER 1945 et le *Ranunculetum peltati* SEGAL 1967 sont deux associations vicariantes. La première à répartition atlantique-subatlantique colonisant des eaux minéralisées alors que la seconde à aire plus continentale se développe plutôt dans des eaux moins minéralisées. En Alsace, *Ranunculus aquatilis* est rare et semble très localisée, alors que *Ranunculus peltatus* est très répandue dans les eaux vives et peu minéralisées des rivières du plateau gréseux des Vosges du Nord (MÜLLER, 1990). Nous avons observé une station de cette Renoncule dans la partie amont d'une "rivière phréatique", le "Neugraben", qui est un fossé intermittent situé en marge du champ d'inondation (lit majeur ordinaire) de l'Ill, en amont de Strasbourg et au Sud de Sermersheim (Bas-Rhin).

Selon KIRSCHLEGER (1852-1862) cet hydrophyte est très commun dans toutes les eaux stagnantes et les fossés. Il fait remarquer que « la plante est très sujette à varier selon la profondeur de l'eau et le cours plus ou moins lent ou rapide de ce liquide ». Toutefois, pour cette plante, les indications de KIRSCHLEGER ne peuvent pas (pour une fois) servir de référence. La conception taxonomique était beaucoup trop mauvaise à l'époque, et l'espèce citée par KIRSCHLEGER incluait de nombreux autres taxons. GEISSERT (1959) indique *Ranunculus aquatilis* en compagnie de *Potamogeton polygonifolius* qui est une espèce ultra oligotrophe (CARBIENER 1969, MÜLLER 1990) dans les eaux courantes du massif forestier de Haguenau (Bas-Rhin) sur sable oligotrophe de grès vosgien. SELL (1965) mentionne cette Renoncule dans des fossés au nord de Vendenheim (Bas-Rhin), toujours sur sables gréseux. V. RASTETTER nous donne l'indication suivante « assez commune près de Richwiller dans le Haut-Rhin » (comm. personnelle). Selon la flore d'Alsace (1982) *Ranunculus aquatilis* se rencontre dans la plaine et les vallées des Vosges jusqu'à 900 m ainsi que dans le Sundgau et le Territoire de Belfort.

Pour les régions voisines de l'Alsace, *Ranunculus aquatilis* a été signalée par différents auteurs :

- disséminée en Allemagne d'après OBERDORFER (1990)
- rare en Suisse selon HESS et al. (1967-1972) et AESCHIMANN et BURDET (1989)

- présente dans les étangs du Bas Jura selon PROST (1973)
- Saarland et Vorderpalz mais rare selon WOLFF (comm. personnelle).

La littérature récente (CASPER ET KRAUSCH, 1980, 1981) est unanime à reconnaître à cette plante un caractère typiquement pionnier des fossés et mares plus ou moins intermittents, ainsi qu'un tempérament, lui aussi, acidocline d'eaux modérément minéralisées et méso-eutrophes voire oligo-mésotrophes.

III.2.2. Écologie

Les différentes espèces du sous-genre *Batrachium* présentent une grande plasticité écologique liée à l'habitat (facteurs abiotiques) : forme flottante, forme submergée, forme terrestre. La station où nous avons trouvé *Ranunculus aquatilis* est un fossé de décharge intermittent du champ d'inondation de l'Ill : le Neugraben. Lors des débordements de l'Ill, ce fossé collecte les eaux des crues polluées de cette rivière. Le secteur amont où la plante pousse s'assèche en été alors qu'en hiver il est alimenté par la nappe phréatique sous-jacente. Lors des remontées hivernales ou printanières du toit de la nappe phréatique, l'eau du Neugraben est oligo-mésotrophe comme en témoignent les analyses physico-chimiques consignées dans le tableau n° 3. En revanche en période estivale, l'eau stagne et on constate une augmentation de l'ammoniaque et des phosphates solubles avec une bonne dénitrification. *Ranunculus aquatilis* supporte plus facilement l'assèchement du milieu que *Ranunculus circinatus*. Le relevé effectué dans la partie amont du Neugraben se trouve dans le tableau n° 4. Ajoutons aussi que ce fossé intermittent héberge une très belle colonie de *Hottonia palustris*. Cet écosystème est caractérisé par des fluctuations saisonnières du niveau d'eau. De telles variations de hauteur d'eau dans les associations à *Ranunculus aquatilis* ont aussi été signalées dans le Nord de la France par GÉHU et MÉRIAUX (1981). Ces auteurs rapportent que *Ranunculus aquatilis* présente une forte amplitude écologique avec d'importantes variations de pH (de 6.6 à 9.5), de la conductivité (de 267 à 2030 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$), de la trophie et de la saprobie.

III.2.3. Phytosociologie

Potametea Tüxen et Preising 1942

Potametalia Koch 1926

Nymphaeion albae Oberdorfer 1957

Ranunculion aquatilis Passarge 1964

Ranunculetum aquatilis Sauer 1947

La description princeps du *Ranunculetum aquatilis* a été réalisée par SAUER en 1947. PASSARGE (1964) inclut le *Ranunculetum aquatilis* dans une alliance nouvelle des *Lemnetea*, le *Ranunculion aquatilis*, alors que MÉRIAUX (1981) place cette alliance dans les *Potametea*. En fonction de facteurs abiotiques (eau stagnante ou courante, trophie, nature du substrat) MÉRIAUX et GÉHU (1981) distinguent plusieurs sous-associations ou variantes du *Ranunculetum aquatilis*. Enfin, OBERDORFER (1990) désigne *Ranunculus aquatilis* comme une caractéristique de l'ordre des *Potametalia* (*Nymphaeion*). La présence de *Hottonia palustris* et de *Nuphar lutea* ainsi que

l'absence de courant dans le fossé où nous avons découvert la Renoncule aquatique nous incite à intégrer le *Ranunculetum aquatilis* au *Nymphaeion*.

III.3. *Sparganium minimum*

III.3.1. Chorologie

Sparganium minimum est une espèce eurasiatique boréo-océanique, que l'on rencontre aussi bien à l'étage collinéen que montagnard et subalpin, et dont l'aire de répartition s'étend du 70° nord jusqu'aux chaînes montagneuses du centre de l'Espagne, des Apennins, et des Balkans. En Asie cette plante se répartit dans une zone allant du Cercle Polaire à l'Altaï, au bassin du lac Baïkal et au Kamtschatka. Cette espèce apparaît dans les fossés, les lacs, les marais, aux eaux modérément acides sur vases tourbeuses. Ce taxon préfère les eaux calmes, pauvres en substances nutritives, méso à oligotrophes (HEGI 1967-1989).

En 1880 VOSSSELMANN écrit à propos de *Sparganium minimum* qu'il « se trouve en abondance dans un Giessen près du cimetière du Neuhof à Strasbourg ». Il ne peut s'agir que d'un Giessen (désignant des bras du Rhin à courant rapide) transformé en isolat sans courant. Il est cité dans la Flore d'Alsace (1982) dans des étangs de la plaine rhénane supérieure à Blotzheim-Löchle, Michelfelden et Village-Neuf (Haut-Rhin), c'est-à-dire au pied de la terrasse fluvio-glaciaire, ainsi que dans les Vosges gréseuses à Niederbronn et Bitche (Moselle) et sur le versant occidental vosgien sur les bords de la Moselle.

KAPP (1949) le note dans la "forêt du Rhin" au nord et au sud de Strasbourg, comme par exemple à Plobsheim (Bas-Rhin) dans un étang isolé déconnecté d'un bras mort du Rhin. Le site aujourd'hui détruit était riche en dépôts humifères "autogènes".

En 1959, GEISSERT cite la plante comme menacée dans la région de Haguenau (Bas-Rhin). En 1962, KAPP mentionne *Sparganium minimum* comme étant rare dans les bras morts du Rhin, à Plobsheim, La Robertsau, Dalhunden, Fort Louis, Beinheim dans le Bas-Rhin et Richwiller dans le Haut-Rhin. Pour cette dernière localisation le fait est confirmé en 1966 par RASTETER.

En fait cette espèce s'est raréfiée en Alsace à la suite de la rectification du fleuve au siècle dernier. D'une manière générale l'espèce est dispersée et rare dans toute son aire de répartition. En Alsace, elle figure très nettement parmi les espèces aquatiques fortement menacées. GEISSERT et al. (1985) précisent que l'espèce qui était encore fréquente en 1975 a pratiquement disparu, même dans les milieux intacts autour de Dalhunden et Fort-Louis (Bas-Rhin). En effet les travaux d'aménagement du Rhin ont provoqué une baisse importante de la nappe phréatique. Un assèchement partiel de la plaine alluviale s'ensuivit entraînant une forte baisse de l'éventail de diversité des milieux aquatiques. Par ailleurs il convient de signaler que *Sparganium minimum* figure sur plusieurs listes régionales d'espèces végétales protégées :

- Champagne-Ardennes (arrêté du 8 février 1988, J.O. du 11 mars 1988)
- Picardie (arrêté du 17 août 1989, J.O. du 10 octobre 1989)
- Limousin (arrêté du 1er septembre 1989, J.O. du 19 novembre 1989)

- Rhône-Alpes (arrêté du 4 décembre 1990, J.O. des 28-29 janvier 1991).

Nos observations actuelles portent sur la région riveraine du Rhin. Les biotopes étudiés concernent chaque fois des étangs issus de la coupure d'anciens bras du Rhin par les digues du 19^{ème} siècle. Ainsi, en aval de Strasbourg, deux stations, situées sur le ban communal de Fort-Louis (Bas-Rhin) nous sont connues. L'une d'elles concerne la zone littorale peu profonde d'un "Trou Bleu" ou "Blauloch", c'est-à-dire d'un étang profond, situé en contre-bas immédiat et à l'extérieur de la digue principale. Cet étang est alimenté par une résurgence de nappe. L'ensemble correspond au vestige d'un bras de type anastomose coupé par la digue.

En amont de Strasbourg, les trois stations recensées concernent également des bras devenus des isolats externes à la digue principale et coupés du fleuve vers le milieu du 19^{ème} siècle. Mais il s'agit ici d'étangs très peu profonds, situés à proximité les uns des autres, et issus du morcellement d'un même "système de tressage" typique du secteur.

III.3.2. Écologie

Des études physico-chimiques ont été menées d'une part sur les stations de Fort-Louis (Bas-Rhin) et d'autre part sur les stations du secteur de Rhinau-Daubensand (Bas-Rhin). Les valeurs obtenues sont consignées dans les tableaux n° 5 à 10.

Les données du Blauloch et d'un étang de Fort-Louis montrent des valeurs comprises entre 12 et 75 ppb N-ammoniacal et 4 à 28 ppb d'orthophosphates solubles. Les bras morts de la forêt de Daubensand présentent des gammes de teneurs de même ordre de grandeur, entre 2 et 140 ppb N-ammoniacal (moyenne = 30 ppb en 1989) et entre 3 et 50 ppb d'orthophosphates (moyenne = 11 ppb en 1989). Les différences observées pour les extrêmes entre ces données et celles obtenues pour le Blauloch et à Fort-Louis sont sans doute dues à la plus grande fréquence d'analyses effectuées à Daubensand. Les analyses mensuelles réalisées limitent les risques d'occulter des "pics" exceptionnels d'ammoniaque ou de phosphates. Les valeurs observées correspondent bien à celles obtenues dans d'autres sites sur des "filtrats rhénans" (c'est-à-dire de la nappe phréatique proche du fleuve et influencée par des fuites du lit canalisé) situés à l'extérieur de la digue principale.

III.3.3. Phytosociologie

Sparganium minimum est caractéristique d'une association qui lui doit son nom, le *Sparganietum minimi* Schaaf 25. Cette association se classe dans les *Utricularietea intermedio-minoris* Oberd., c'est-à-dire dans un ensemble de groupements mésotrophes à Utriculaires. D'autres auteurs préfèrent rattacher ces ensembles aux groupements à *Nymphaea*, sous forme d'une sous-association à *Sparganium minimum* du *Nymphaetum albae* Vollm 45 (classe des *Potametea*). Les tableaux 11 et 12 regroupent les relevés réalisés dans la région de Fort-Louis (Bas-Rhin) et dans le secteur de Rhinau-Daubensand (Bas-Rhin) (annexe n° 3).

Dans le *Sparganietum minimi* Schaaf 25 les espèces accompagnant *Sparganium minimum* sont essentiellement *Utricularia minor* et *Utricularia*

intermedia (OBERDORFER 1977). Viennent s'ajouter à ces espèces dans la sous-association à *Sparganium minimum* du *Nymphaetum albae* Vollm 45, *Nymphaea alba* et *Potamogeton natans* entre autres.

Le cortège floristique accompagnant *Sparganium minimum* dans nos relevés comprend effectivement l'ensemble des espèces citées et est très proche de celui recensé dans la synthèse d'OBERDORFER (1977) pour les deux associations que nous venons de voir. Par l'abondance des Utriculaires et la présence d'indicateurs de mésotrophie, voire d'oligotrophie comme *Chara hispida*, il semble possible d'attribuer les relevés de Daubensand (tableau n° 8-9) au *Sparganietum minimi* tel qu'il a été conçu par SCHAAF 25. Mais le rattachement à un ensemble à "Nymphaeides" est également concevable (*Nymphaetum albae* Vollm.47). D'une manière générale des éléments des deux formes biologiques (type Utriculaire, hydrophyte non fixé, et type *Nymphaea*, hydrophyte enraciné à feuilles nageantes) se superposent très typiquement dans l'ensemble à *Sparganium minimum*. Ce problème d'imbrication de plusieurs "associations" est très fréquent dans le milieu aquatique et rend bien souvent délicate la dénomination des groupements végétaux rencontrés dans un biotope donné. C'est un problème typique de la phytosociologie aquatique, dont la "syntaxonomie" est loin d'être stabilisée, car se heurtant à des difficultés méthodologiques.

L'examen conjoint du contexte trophique et de l'imbrication sociologique de *Sparganium minimum* dans les stations que nous avons étudiées confirme le diagnostic écologique général déductible de la littérature. C'est ici encore une espèce typique d'eaux pures, humifères, correspondant au type paléopotamon non colmaté. Mais son statut trophique est nettement plus étroit que pour les espèces précédentes : la plante est typiquement oligo-mésotrophe (ce qu'indique OBERDORFER) mais d'eaux relativement minéralisées pour un tel niveau trophique. Ceci explique que, de pair avec les espèces citées, cette plante soit en très net recul sous l'effet de l'hypertrophisation, voire de la pollution, généralisée de ces milieux aquatiques.

IV - Données pour la cartographie floristique

La localisation des espèces étudiées est indiquée par la latitude nord et la longitude est, données par les cartes I.G.N. au 1/25 000.

Potamogeton obtusifolius :

- Le Hod : lat. 48° 46' 59", long. 7° 59' 32".

Ranunculus aquatilis :

- Neugraben : lat. 48° 19' 40", long. 7° 34' 6".

Sparganium minimum :

- Blauloch, relevé n° 1 : lat. 48° 46' 52", long. 8° 1' 14" ;

- Blauloch, relevé n° 2 : lat. 48° 46' 52", long. 8° 1' 3" ;

- Étang, route des Russes : lat. 48° 46' 16", long. 8° 3' 54" ;

- Daubensand D 1 : lat. 48° 21' 34", long. 7° 43' 46" ;

- Daubensand D 2 : lat. 48° 21' 31", long. 7° 43' 49" ;

- Daubensand D 8 : lat. 48° 20' 21", long. 7° 43' 3".

Date	T°C	pH	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	P-PO ₄ ³⁻ (µg/l)	N-NH ₄ ⁺ (µg/l)	Dureté (°F)	Cl ⁻ (mg/l)	DCO (mg/l)	O ₂ (mg/l)
10.08.89	25,6	8,55	0,1	160,2	21,8	18	55,7	21,4	7,5
22.09.89	21,9	8,5	0,05	50,5	19,0	18	56,7	14,0	8,2
13.10.89	12,7	7,6	0,1	56,5	35,0	17	56,4	37,6	12,2
02.11.89	13,7	8,1	0,15	170,6	50,4	20	56,6	16,2	7,4
24.02.90	10,2	8,0	0,85	13,5	42,8	23	53,5	15,1	6,0
11.03.90	12,0	7,47	0,1	13,0	17,9	26	44,2	17,7	9,3
02.04.90	14,2	8,12	0,05	25,0	14,0	26	52,8	13,1	12,0
10.05.90	21,2	8,33	0,05	142,5	54,5	22	55,2	18,2	12,6
24.05.90	19,3	9,0	0,05	200,0	44,3	18	50,3	20,7	13,6
01.06.90	22,6	8,9	0,05	125,0	64,5	18	53,9	20,0	12,6
02.07.90	22,3	8,0	0,05	130,0	2,5	17	45,6	17,4	9,4
01.08.90	25,4	7,65	0,2	134,0	126,0	17	52,8	27,2	12,5
21.09.90	13,4	7,05	0,1	60,0	233,3	23	53,4	15,5	3,9
22.10.90	7,6	7,81	0,05	160,0	93,3	22	51,4	23,5	10,2
02.11.90	9,0	7,2	0,1	120,0	116,0	17	52,1	19,8	4,0
07.01.91	5,8	7,6	3,8	70,0	250,0	18	52,3	16,0	8,6

Tableau n° 1 : Le Hod - bras latéral de la Moder, (Sessenheim, Bas-Rhin)

Date :	27-09-90		Étude de la flore algale :	
Numéro des relevés	1	2	Relevé n° 1 : Abondance des Cyanophycées, dont <i>Anabaena</i> qui pose problème (pas d'akinetes). Par ses dimensions et aspect cf. <i>A. affinis</i> . Nombreux filaments d' <i>Oscillatoria</i> pl. sp. et quelques <i>Lyngbya major</i> . Présence rare ou isolée de : <i>Eudorina elegans</i> , <i>Pandorina morum</i> , <i>Scenedesmus</i> pl. sp., <i>Pediastrum simplex</i> , <i>P. tetras</i> , <i>Oedogonium</i> stérile, <i>Closterium moniliferum</i> , <i>Mougeotia</i> et <i>Spirogyra</i> .	
Recouvrement :			Relevé n° 2 : Sont communes les algues filamenteuses suivantes : <i>Lyngbya major</i> , <i>Hydrodictyon reticulatum</i> , <i>Oedogonium</i> stériles (2 sp.). Apparaissent en quantité modérée : <i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i> , <i>Mougeotia</i> , <i>Spirogyra</i> . Sont isolées : <i>Oscillatoria limosa</i> , <i>Eudorina elegans</i> , <i>Scenedesmus</i> et <i>Pediastrum tetras</i> .	
Phanérogames	90%	50%		
Algues	10 %	50 %		
Surface (m ²)	100	100		
Profondeur (m)	1,5	0,8		
Potamion				
<i>Potamogeton obtusifolius</i>	1-3	2-3		
<i>Ceratophyllum demersum</i>	4-4	4-4		
<i>Elodea nuttallii</i>	1-1	1-1		
<i>Potamogeton pectinatus</i>	+			
Nymphaeion				
<i>Ranunculus circinatus</i>	+	+		
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	+	+		
<i>Nymphaea alba</i>	1-1	2-2		
Lemnion				
<i>Spirodela polyrhiza</i>	+	+		

Tableau n° 2 : Le Hod - bras latéral de la Moder (Sessenheim, Bas-Rhin)

Date	T°C	pH	O ₂ (mg/l)	Dureté (°F)	N-NH ₄ ⁺ (µg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	P-PO ₄ ³⁻ (µg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	DCO (mgO ₂ /l)
14.02.88	7,4	7,6	9,6	27	11,7	4,50	24,1	46,0	—
10.03.90	10,5	7,3	9,2	34	22,2	4,45	4,0	33,0	2,9
04.04.90	17,9	8,1	12,0	25	56,4	0,10	27,0	36,0	24,9
12.05.90	21,9	8,1	10,8	21	20,6	0,15	38,0	38,7	50,5
05.06.90	20,3	7,8	2,2	29	52,8	0,35	16,5	34,7	27,5
27.10.90	10,5	7,7	11,1	33	35,7	0,10	72,0	33,5	43,8
04.11.90	9,5	7,1	4,3	42	22,1	0,50	15,5	40,3	32,6
23.12.90	3,2	7,3	4,2	30	—	—	—	—	19,0
07.01.91	8,4	8,2	7,0	34	33,0	6,15	5,5	—	9,0

Tableau n° 3 : Neugraben (Sermersheim, Bas-Rhin)

Date :	01.04.90
Numéro du relevé :	1
Recouvrement :	90 %
Surface :	4 m ²
Profondeur :	0,1 à 0,2 m
<i>Nymphaeion</i>	
<i>Ranunculus aquatilis</i>	4.4
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	4.4

**Tableau n° 4 : Neugraben
(Sermersheim, Bas-Rhin)**

Date	t°C	pH	O ₂ (mg/l)	Dureté (°F)	N-NH ₄ ⁺ (µg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	P-PO ₄ ³⁻ (µg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	DCO (mgO ₂ /l)
17.04.90	12,0	8,5	13,0	18	35,4	1,15	26,0	50,8	10,8
08.06.90	13,3	7,3	6,4	21	49,7	0,80	9,0	133,0	6,0
22.06.90	14,5	7,5	3,0	22	11,7	0,30	16,5	119,0	16,9
02.07.90	14,6	7,8	3,8	21	23,7	0,50	25,5	119,0	12,2
02.08.90	16,4	7,8	3,1	19	74,6	0,75	7,0	134,0	13,2
21.08.90	15,2	-	-	18	25,6	0,20	10,0	-	10,0
21.09.90	14,4	7,5	7,7	18	36,5	0,15	23,5	83,3	25,9
22.10.90	13,0	8,3	2,3	18	34,2	0,30	14,0	83,0	16,6
02.11.90	13,3	7,5	3,3	20	30,3	0,35	13,0	132,0	14,4
11.01.91	11,1	7,9	4,2	21	50,5	0,35	10,0	-	11,0

Tableau n° 5 : Blauloch (Fort-Louis, Bas-Rhin)

Date	T°C	pH	O ₂ (mg/l)	Dureté (°F)	N-NH ₄ ⁺ (µg/l)	N-NO ₃ ⁻ (mg/l)	P-PO ₄ ³⁻ (µg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	DCO (mgO ₂ /l)
21.07.90	20,7	7,7	8,9	22	50,5	0,05	28,0	110	21,4
03.08.90	23,4	8,5	7,1	21	40,4	0,10	6,0	124	19,4
16.09.90	16,7	7,5	8,1	21	15,5	0,05	11,0	-	14,3
22.10.90	12,5	7,8	4,2	22	42,4	0,70	14,5	99	17,9
11.01.91	9,8	7,8	4,2	23	50,5	0,05	4,0	-	8,7

Tableau n° 6 : Étang près de la Route des Russes (Fort-Louis, Bas-Rhin).

Date	T°C	pH	O ₂ (mg/l)	SaO ₂	N-NH ₄ ⁺ (µg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	P-PO ₄ ³⁻ (µg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	DCO (mgO ₂ /l)	DBO5
27.01.89	0,20	7,71	4,07	28,20	9,00	0,07	5,00	91,90	108,00	3,22
03.03.89	8,00	8,18	6,30	55,30	15,00	0,18	9,00	94,70	60,00	2,44
23.03.89	10,80	7,71	6,60	60,50	19,50	1,48	3,00	105,00	31,50	2,95
11.05.89	15,80	7,84	4,90	50,00	2,00	0,06	9,00	79,90	-	3,28
22.06.89	19,90	7,44	2,90	32,00	42,00	0,05	5,50	110,00	-	1,73
26.07.89	20,80	7,44	4,50	51,00	45,50	0,04	12,00	95,00	28,00	3,83
18.08.89	20,30	7,76	3,50	39,00	0,00	0,05	10,00	97,40	25,00	3,21
30.09.89	12,20	7,56	2,80	27,00	13,00	0,05	6,50	105,00	16,00	1,88
25.10.89	11,10	7,40	1,90	17,80	23,00	0,04	15,00	98,70	-	2,07
29.11.89	1,30	7,27	1,80	-	87,00	0,05	26,50	101,00	27,00	0,93
19.12.89	5,60	7,53	9,20	75,00	141,00	0,07	42,00	40,10	14,00	3,23
24.01.90	5,60	7,45	3,20	26,00	45,00	0,03	19,50	80,30	12,00	2,70
21.02.90	7,60	7,62	-	-	15,00	0,08	0,50	92,00	-	2,95
21.03.90	12,40	7,48	6,30	58,00	27,00	0,07	11,50	99,50	-	3,32
18.04.90	10,00	7,63	5,90	53,00	23,00	0,05	48,50	109,00	-	3,20
23.05.90	19,40	7,58	3,60	41,00	55,00	0,06	3,00	121,00	16,00	2,80
11.07.90	19,20	7,70	9,80	109,00	44,00	0,09	10,00	104,00	-	1,50
10.08.90	20,60	7,51	6,10	67,00	21,40	0,05	9,00	115,00	-	3,70
27.09.90	12,40	7,32	4,60	44,00	12,00	0,00	4,00	-	-	1,00
28.11.90	3,90	7,27	2,70	22,00	7,00	0,01	13,00	96,00	-	-
11.01.91	-	-	-	-	38,00	0,02	19,00	90,50	-	-

Tableau n° 7 : Daubensand D1 (Bas-Rhin).

Date	T°C	pH	O ₂ (mg/l)	SaO ₂	N-NH ₄ ⁺ (µg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	P-PO ₄ ³⁻ (µg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	DCO (mgO ₂ /l)	DBO5
27.01.89	0,10	7,77	0,00	0,00	26,00	0,05	7,00	59,40	93,50	3,30
03.03.89	8,00	8,06	6,55	56,50	3,00	0,04	3,00	59,10	57,50	0,70
23.03.89	11,80	7,70	5,30	55,00	0,00	0,04	5,00	62,30	29,00	3,50
11.05.89	15,00	7,70	4,20	43,00	50,00	0,05	13,50	56,00	37,50	2,80
22.06.89	19,30	7,50	3,60	40,00	6,00	0,04	6,00	62,30	33,02	2,60
26.07.89	20,90	7,44	4,30	40,00	38,00	0,04	7,50	66,70	28,00	2,50
18.08.89	21,20	7,77	3,90	45,00	4,00	0,05	9,50	70,90	23,00	2,31
30.09.89	13,50	7,58	2,30	23,00	13,50	0,05	13,00	76,00	31,00	2,12
25.10.89	12,40	7,60	4,40	42,60	8,50	0,08	8,00	73,50	-	1,71
29.11.89	2,20	7,39	1,90	-	17,50	0,05	17,00	70,20	22,50	1,07
19.12.89	6,50	7,54	6,10	49,00	38,00	0,09	22,00	54,00	19,00	2,59
24.01.90	5,60	7,57	5,20	42,00	7,00	0,04	4,00	54,20	18,00	1,91
21.02.90	8,70	7,65	-	-	18,00	0,13	2,00	56,60	22,20	1,92
21.03.90	11,30	7,34	4,90	44,00	9,00	0,08	24,50	58,60	-	2,32
18.04.90	10,60	7,59	6,10	56,00	12,50	0,06	14,50	60,10	-	3,20
23.05.90	18,30	7,61	2,70	28,00	35,00	0,06	7,00	67,20	16,00	2,70
11.07.90	17,20	7,44	4,20	45,00	41,00	0,06	2,00	69,90	-	1,70
10.08.90	20,30	7,64	4,30	49,00	34,50	0,06	4,00	70,00	-	3,20
27.09.90	12,90	7,36	2,60	25,00	64,50	0,06	5,50	-	-	1,50
28.11.90	4,30	7,28	2,10	17,00	17,00	-	11,00	62,00	-	-
11.01.91	-	-	-	-	23,00	0,10	10,50	60,00	-	-

Tableau n° 8 : Daubensand D2 (Bas-Rhin).

Date	T°C	pH	O ₂ (mg/l)	SaO ₂	N-NH ₄ ⁺ (µg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	P-PO ₄ ³⁻ (µg/l)	Cf (mg/l)	DCO (mgO ₂ /l)	DBO5
23.05.90	19,30	7,89	8,10	88,00	24,00	0,05	57,50	76,40	17,00	5,60
11.07.90	19,80	7,62	8,90	97,00	6,50	0,06	0,00	71,20	-	1,80
10.08.90	22,30	7,78	9,20	107,00	10,00	-	4,00	81,60	-	4,00
27.09.90	13,90	7,55	8,10	78,00	90,00	0,04	4,00	-	-	1,30
28.11.90	3,50	7,54	6,30	49,00	10,90	0,01	10,50	-	-	-
11.01.91	-	-	-	-	17,00	0,06	8,50	61,00	-	-

Tableau n° 9 : Daubensand D2' (Bas-Rhin).

Date	T°C	pH	O ₂ (mg/l)	SaO ₂	N-NH ₄ ⁺ (µg/l)	N-NO ₂ ⁻ (mg/l)	P-PO ₄ ³⁻ (µg/l)	Cf (mg/l)	DCO (mgO ₂ /l)	DBO5
11.07.90	18,60	7,41	7,80	85,00	20,00	0,25	6,00	103,00	-	2,60
10.08.90	22,00	7,57	10,10	116,00	31,00	0,09	4,50	102,00	-	7,20
27.09.90	13,00	7,42	6,80	64,00	17,00	0,00	0,00	-	-	1,90
28.11.90	3,80	7,49	7,70	58,00	82,00	-	25,00	101,00	-	-
11.01.91	-	-	-	-	43,50	0,81	10,50	98,50	-	-

Tableau n° 10 : Altschollen D8 à Daubensand (Bas-Rhin).

Date	21.08.90	21.08.90	16.09.90
Localisation	1	2	3
Surface (m ²)	10x10	3x3	10x10
Profondeur (m)	0,2 à 2	0,2 à 1	0,2 à 1
Recouvrement	20 %	80 %	40 %
Potamion :			
<i>Potamogeton lucens</i>			2-2
<i>Potamogeton pectinatus</i>	+		
<i>Potamogeton natans</i>	1-2		
<i>Hippuris vulgaris</i>	1-2		2-2
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	1-3		
Nymphaeion :			
<i>Sparganium minimum</i>	+3	3-3	1-2
<i>Nuphar lutea</i>	2-2	+	+
<i>Nymphaea alba</i>			1-2
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	1-1	+	2-2
<i>Utricularia vulgaris</i>	+		+
Lemnion :			
<i>Lemna trisulca</i>		1-3	
Phragmition :			
<i>Sparganium erectum</i>			1-2
<i>Scirpus l./lacustris</i>			2-3
<i>Sagittaria sagittifolia</i>			+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>			1-1
<i>Eleocharis acicularis</i>		1-3	
Charion :			
<i>Chara fragilis</i> Desv.	1-2	+	+

Tableau n° 11 : Fort-Louis (Bas-Rhin)

Relevés n° 1 et 2 : Blauloch (reste de méandre du système Rhin-Moder).
Relevé n° 3 : étang à alimentation phréatique (route des Russes).

Date :	18.08.89	20.08.90	20.08.90	20.08.90	20.08.90	08.08.90
Localisation :	D2	D2 amont	D2 aval	D1 amont	D1 aval	D8
Surface :	20x200	20x100	20x100	10x100	10x100	15x150
Profondeur (m) :	0,8 à 1,1	0,8 à 1,1	0,8 à 1,1	0,3 à 1,0	0,3 à 1,0	0,6 à 1,2
Recouvrement :	80 %	90 %	90 %	60 %	60 %	70 %
Potamion :						
<i>Potamogeton lucens</i>	1-2	1-1	2-2	2-2	1-3	1-2
<i>Potamogeton natans</i>	+		+			
<i>Potamogeton crispus</i>			1-1			
<i>Potamogeton berchtoldii</i>					r	+
<i>Potamogeton pectinatus</i> subsp. <i>scoparius</i> Wallroth			r			
<i>Sparganium emersum</i>			r			
Nymphaeion						
<i>Nymphaea alba</i>			1-2	2-2	2-2	4-5
<i>Sparganium minimum</i>	1-2	2-2	3-3	r	+	1-2
<i>Utricularia vulgaris</i>	2-2	2-2	1-1	1-3		
<i>Utricularia minor</i>	2-2	1-2	1-1	r		
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	1-1	1-1	1-2	r	+	3-4
<i>Ceratophyllum d. / demersum</i>				2-3	+	
Lemnion :						
<i>Lemna trisulca</i>					r	
<i>Lemna minor</i>				r		
<i>Lemna minuscula</i> Herter					r	
Phragmition :						
<i>Alisma plantago-aquatica</i>			+			
Charion :						
<i>Chara hispida</i> L.	2-5	4-5	+			
<i>Nitella syncarpa</i> (Thuill.) Chev.	+					
<i>Chara fragilis</i> Desv.			3-5	r		
<i>Chara fragilis/hedwigii</i> Ag.			+			
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv. in Lois.) J. Gr.				+	+	+
Algues :						
<i>Spyrogyra</i> sp.				1	2	1

Relevés D1 et D2 : anciens bras latéraux du Rhin dans la forêt de Daubensand.
Relevé D8 : ancien bras latéral à proximité de Rhinau.

Tableau n° 12

Flora Galliae et Germaniae exsiccata.-4° Cent.

44. *Potamogeton obtusifolius*, M. et K. Deutschl. Fl. 1
p. 855 ; K. Syn. 677

Juillet 1858. Étangs à Haguenau. Rec. C. Billot.

Flora Galliae et Germaniae exsiccata de C. B.

652. *Potamogeton obtusifolius*, M. et K. Deutschl. Fl.
p. 855 ; K. Syn.

23 juin 1847. Étangs à Haguenau. Rec. par E. et C. Billot.

Potamogeton obtusifolius M. K.

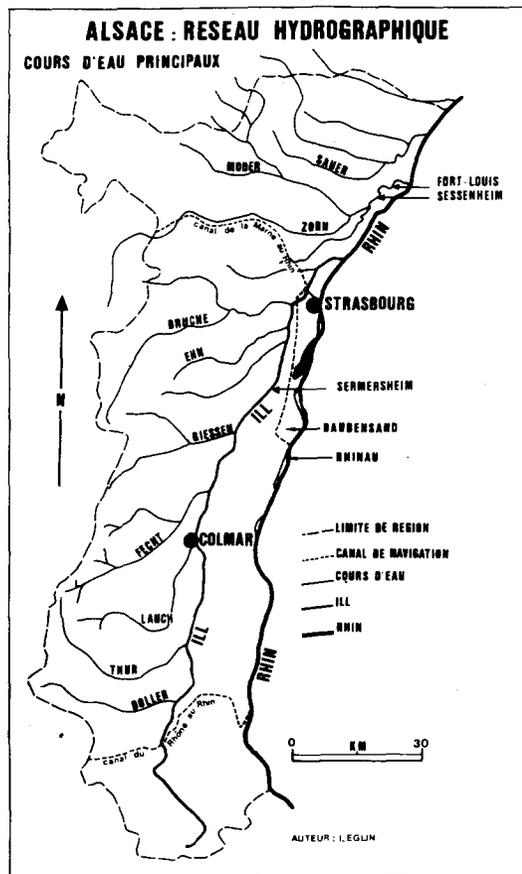
Bourogne (Haut-Rhin). 29 juillet 1854. Montejean.

Potamogeton obtusifolius Mert. et Koch.

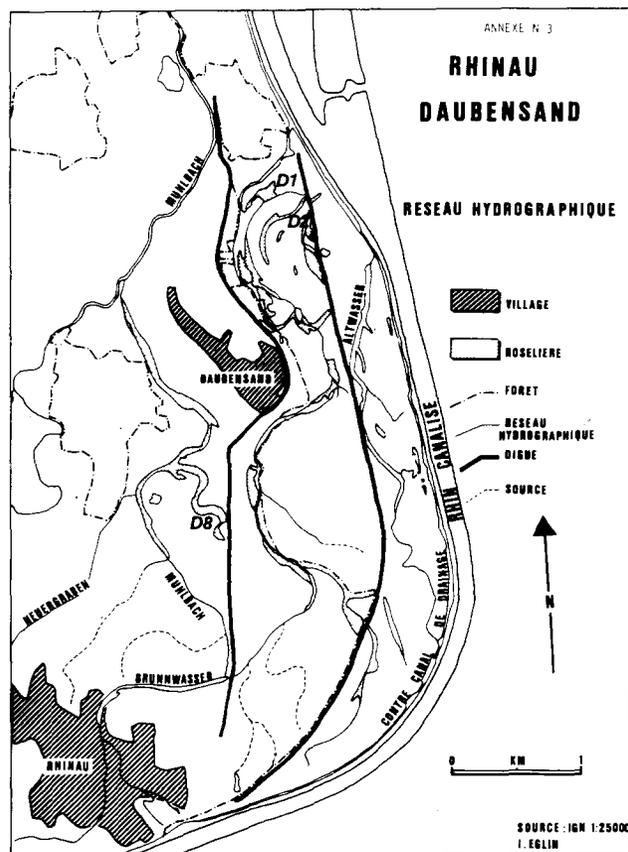
Étang près de Courtelevant (Territoire de Belfort).

21 août 1859. Coll. et leg. R. Engel.

**Annexe n° 1 : Parts d'herbier (exsiccata)
de *Potamogeton obtusifolius*
de l'Herbier de l'Institut de Botanique de Strasbourg.**



Annexe n° 2



Annexe n° 3

Bibliographie

- A.F.N.O.R., 1986 : Eaux, méthodes d'essai. A.F.N.O.R. éd., Paris, 624 p.
- BAREAU, H., 1981 : Étude de quelques groupements liés aux étangs de la Dombes (Ain). *Coll. phytosociologiques. Végétations aquatiques*. 10 : 213-235. Lille.
- BONNIER, G., DOUIN, R., 1911-1935 : Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique. Librairie Générale de l'Enseignement. 12 vol. Paris.
- BOURRELLY, P., 1966 - 1968 - 1970 : Les Algues d'eau douce. Boubée et Cie éd. :
 - Tome I : algues vertes, 511 pages ;
 - Tome II : algues jaunes et brunes, 438 pages ;
 - Tome III : algues bleues et rouges, 512 pages.
- BUCHINGER, M., 1878 : Modifications survenues dans la flore d'Alsace. *Bull. Soc. Bot. de France*, 25 : 6-7.
- CARBIENER, R., 1969 : Aperçu sur quelques effets de la pollution des eaux douces de la zone tempérée sur les biocénoses aquatiques. *Comité Trav. Hist. et Sc., Minist. Éduc. Nat., Bull. Sect. Géographie*, 80, année 1967, pp. 45-132.
- CARBIENER, R. et ORTSCHAIT, A., 1987 : Wasserpflanzengesellschaften als Hilfe zur Qualitätsüberwachung eines der grössten Grundwasser-Vorkommens Europas (Oberrheinebene). *Proceed. Intern. Symp. IAVS Tokyo-Yokohama 1984* : 283-312.
- CARBIENER, R., TRÉMOLIÈRES, M., MERCIER, J.-L., ORTSCHAIT, A., 1990 : Aquatic macrophyte communities as bioindicators of eutrophication in calcareous oligosaprobe stream water (Upper Rhine plain, Alsace), *Vegetatio* 86 : 71-88.
- CASPER, S. J. et KRAUSCH, H. D., 1980-1981 : Süßwasserflora von Mitteleuropa Pteridophyta und Anthophyta. Fischer Verlag Stuttgart, NY 23 et 24 : 942 p.
- COMPÈRE, P., 1986 : La flore pratique des algues d'eau douce de Belgique. Jardin Botanique National de Belgique. Meise éd. Fascicule I : *Cyanophyceae*. 120 pages.
- COOK CDK, 1966 : A monographic study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (DC.) A. Gray. *Mitt. Bot. Staatssamml.* 6 : 47-237 München.
- COSTE, H., 1900-1906 : Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Librairie scientif. et techn., 3 vol. + suppl. Paris.
- DARDAINE, P., 1988 : Métamorphose du paysage aquatique lorrain. Espèces nouvelles : *Eloдея ernstae* St-John, *Najas minor* All., *Potamogeton obtusifolius* Mert. et Koch. *Le Monde des Plantes*, 432 : 22-23.

- ENGEL, R. et KAPP, E., 1964 : Contribution à l'étude de la Flore des Vosges du Nord - II - *Potamogeton* - *Bull. Ass. Philom. Als. Lorr.*, **11/6** : 309-325, Strasbourg.
- FOURNIER, P., 1977 : Les quatre Flores de France, 2^{ème} édition, Lechevalier, 2 vol. Paris.
- GAMS, H., 1969 : Kleine Kryptogamenflora. Band Ia. Makroskopische Süßwasser- und Luftalgen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 63 pages.
- GÉHU, J.-M. et MÉRIAUX, J.-L., 1981 : Distribution et synécologie des Renoncles du sous-genre *Batrachium* dans le nord de la France. *Coll. Phytosoc.*, **X**, Végétations aquatiques, Lille, : 15-37.
- GEISSERT, F., 1959 : La végétation de la région de Haguenau. *Bull. Soc. Bot. France*, 85^{ème} session extraordinaire (1958), **106** : 95-104.
- GEISSERT, F. et SCHNEIDER, A., 1979 : Plantes disparues ou en voie de disparition de la région de Haguenau d'après l'étude de l'herbier de C. BILLOT. *Bull. Ass. Amis Jardin Bot. Saverne* : 6-18. Saverne.
- GEISSERT, F. et SIMON, M., 1985 : Observations botaniques et malacologiques dans quelques étangs et terrains salifères lorrains (Moselle). *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, **21** : 259-267. Strasbourg.
- GEISSERT, F., SIMON, M., WOLFF, P., 1985 : Investigations floristiques et faunistiques dans le nord de l'Alsace et quelques secteurs limitrophes. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, **21** : 111-127. Strasbourg.
- GUINOCHET, M. et VILMORIN, R. (de), 1973-1983 : Flore de France, C.N.R.S., 5 vol., Paris.
- HEGI, G., 1908-1981 : Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Lehman - Hanser Verlag, München Band VI, Teil 1 (1974), 631 p., Band I Teil 2 (1981) 269 p.
- HERR, W. et WIEGLEB, G., 1985 : Die *Potamogetonaceae* Niedersächsischer Fließgewässer, Teil 2, Gött. Flor. Rundb. 1 : 2-16.
- HESS, H. E., LANDOLT, E. HIRZEL, R., 1967-1972 : Flora der Schweiz und angrenzender - Gebiete, 3 vol., Basel und Stuttgart.
- HILBIG, W., 1971 : Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen Teiles der D.D.R. I. Die Wasserpflanzengesellschaften. *Hercynia* **8(1)** : 4-33. Leipzig.
- ISSLER, E., 1935-1936 : Contributions à la Flore d'Alsace. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, **8(3)** : 201-208. Strasbourg.
- ISSLER, E., LOYSON, E., WALTER, E., 1965 : Flore d'Alsace. Strasbourg. 637 pages.
- ISSLER, E., LOYSON, E., WALTER, E., 1982 : Flore d'Alsace 2^{ème} édition. Strasbourg. 621 pages.
- KAPP, E., 1957 : Contribution à l'étude de la végétation aquatique de l'est de la France : quelques formes nouvelles ou peu connues dans la plaine d'Alsace. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, **10** : 2-12. Strasbourg.
- KAPP, E., 1959 : Contribution à la flore des canaux autour de Strasbourg. *Bull. Soc. Bot. France*, **106** : 164-167, 85^{ème} session extraordinaire, Juillet 1958.

- KAPP, E., 1962 : Espèces et stations nouvelles de la Flore d'Alsace et des Vosges. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, **11/3-4** : 179-214. Strasbourg.
- KAPP, E. et SELL, Y., 1965 : Les associations aquatiques d'Alsace. Première partie : Strasbourg et ses environs. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, **10/1** : 65-78. Strasbourg.
- KIRSCHLEGER, F., 1852-1862 : Flore d'Alsace et des contrées limitrophes, 3 vol., Strasbourg.
- KLEIN, J.-P. et CARBIENER, R., 1988 : Effets des crues de l'Ill sur les phytocénoses aquatiques de deux rivières phréatiques du secteur de Benfeld et d'Erstein : la Lutter et le Bronnwasser. Intérêt des plantes aquatiques comme bioindicateurs d'eutrophisation. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, **24** : 3-34. Strasbourg.
- KLOSOWSKI, S. et TOMASZEWICZ, H., 1989 : Habitat conditions of the phytocoenoses of *Myriophylletum alterniflori* Lemée 1937 em. Siss. 1943, *Myriophylletum verticillati* Soo 1927 and *Myriophylletum spicati* Soo 1927 in Poland. *Aquatic Botany*, **35** : 337-356.
- LE BRUN, P., 1965 : Oiseaux migrateurs et dispersion des plantes hydrophiles. *Le Monde des Plantes*, **348** : 9-12.
- LHOTE, et SCHAEFFER, O., 1983 : Observations phytosociologiques sur quelques étangs et bois humides du bassin de la Serein (Bresse jurassienne). *Ann. Scientif. de l'Univ. de Franche-Comté*, 4^{ème} série, fasc. **4** : 37-53.
- MÉRIAUX, J.-L., 1981 : La classe des *Potametea* dans le nord-ouest de la France. *Coll. Phytosoc.*, **X**, Végétations aquatiques, Lille : 115-129.
- MÉRIAUX, J.-L., 1981 : Remarques sur la syntaxonomie des *Potametea*. *Coll. Phytosoc.*, **X**, Végétations aquatiques, Lille : 131-138.
- MULLER, T. et GÖRS, S., 1960 : Pflanzengesellschaften stehender Gewässer in Baden-Württemberg. *Beitr. Naturk. Forschung Südwestdeutschland*, **19** : 60-100.
- MÜLLER, S., 1990 : Une séquence de groupements végétaux bioindicateurs d'eutrophisation croissante des cours d'eau faiblement minéralisés des Basses Vosges gréseuses du nord. *C.R. Acad. Sci. Paris*, **310**, Série III : 509-514.
- NICKLES, N., 1876 : Coup d'oeil sur la végétation de l'arrondissement de Schlestadt. *Bull. Soc. Hist. Nat. de Colmar* : 168-239.
- OBERDORFER, E., 1977 : Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, NY, Teil I, 311 pages.
- OBERDORFER, E., 1990 : Pflanzensoziologische Exkursions Flora. 6^{ème} édition. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 1050 pages.
- ORTSCHEIT, A., 1975 : Le complexe hydrographique du confluent Ill-Rhin en aval de Strasbourg. Ses originalités hydrobiologiques. Thèse d'Université Strasbourg. Faculté de Pharmacie n° 888, 296 pages.
- PASSARGE, H., 1957 : Über Wasserpflanzen und Kleinröhrichtgesellschaften des Oberspreewaldes. *Ber. Natur-Kundemus Görlitz*, **35** : 143-152.
- PASSARGE, H., 1964 : Pflanzengesellschaften des Nordöstdeutschland Fla-

- chlandes. I, Pflanzensoziologie 13, 324 pages, Jena.
- PROST, J.-F., 1973 : Les étangs du Bas-Jura. *Le Monde des Plantes*, **376** : 1-3.
- ROBACH, F., EGLIN, I., CARBIENER, R., 1991 : Hydrosystème rhénan : évolution parallèle de la végétation aquatique et de la qualité de l'eau (Rhinau). *Bull. d'Écol.* : **1** (à paraître).
- RASTETTER, V., 1966 : Beitrag zur Phanerogamen und Gefäss-Kryptogamen, Flora des Haut-Rhin, Mit. Bad. Landeswer. *Naturkunde u. Naturschutz* NF **9(1)** : 151-237.
- RASTETTER, V., 1973 : La végétation du Sundgau, *Bull. Soc. Ind. Mulhouse*, **757** : 93-109.
- RASTETTER, V., 1974 : Zweiter Beitrag zur Phanerogamen und Gefäss-Kryptogamen Flora des Haut-Rhin, Mit. Bad. Landeswer. *Naturkunde u. Naturschutz* NF **11(2)** : 119-133.
- RICHARDOT-COULET, M., AMOROS, C., REYGROBELLET, J. L., ROUX, A. L., 1982 : Diagnose des ensembles fonctionnels aquatiques définis sur le Haut-Rhône français. Application à une cartographie écologique d'un système fluvial. *Eau du Québec*, vol. **15**, n° 2 : 146-153.
- SAUER, F., 1945 : Einiger Wasserpflanzengesellschaften au Tümpeler und Gräben in Nord Frankreich (Pas-de-Calais). *Arch. Hydrobiol.*, **41** : 5-13. Stuttgart.
- SELL, Y., 1960 : Contribution à l'étude de la végétation aquatique de Strasbourg et ses environs. Diplôme d'Études Supérieures, U.L.P Strasbourg.
- SELL, Y., 1965 : Les plantes aquatiques au sens large. Mise au point d'une classification éco-morphologique. *Bull. Ass. Phil. Als. Lorr.*, **12** : 58-65. Strasbourg.
- SCHULTZ, F. W., 1846 : Flora der Pfalz. Speyer (reprint 1971, avec préface du Dr N. Hailer, Pirnasens, J. Richter), 76 + 575 pages, Nachtrag 35 p.
- VOSELTMANN, P., 1880 : La flore d'Alsace depuis la mort de Kirschleger. *Journal de Pharmacie d'Alsace-Lorraine* : 201-206.
- WALTER, E., 1931 : Modifications survenues dans la flore d'Alsace depuis 1970. *Bull. Soc. Bot. de Fr.*, **73** : 5-62.
- WEBER-OLDECOP, D. W., 1969 : Wasserpflanzengesellschaften im östlichen Niedersachsen. Diss TU Hannover, 172 pages.
- WEBER-OLDECOP, D. W., 1971 : Das *Stratiotetum aloides* in Altwassern der Aller-Talsand-Ebene. *Arch. Hydrobiol.* **68(2)** : 153-162, Stuttgart.
- WIEGLEB, G., 1977 : Die Wasser und Sumpfpflanzengesellschaften der Teich in den Naturschutzgebieten Priorteich-Sachsenstein und Itelteich bei Walkenried um Harz. *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem.* NF **19/20** : 156-209.
- WIEGLEB, G., 1978 : Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Macrophytenvegetation in stehenden Gewässern. *Arch. Hydrobiol.*, **83(4)** : 443-484.