



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-theses-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

ERRATA

Sommaire

- I 7.1. "Les étangs et marais de la vallée de la Sensée" au lieu de "Les étangs et marais de la Sensée".
- I 7.2. "Les étangs et marais de la vallée de la Somme" au lieu de "Les étangs et marais de la Somme".
- III 2. "phytocoenologique" au lieu de "phytosociologique".
- V 2.1. "phytocoenologique" au lieu de "phytosociologique".
- V 3.1.1. "characées" au lieu de "Characées".

- page 18, ligne 7 : "climatiques" au lieu de "climatologiques".
- page 20, ligne 28 : "1554" au lieu de "15554".
- page 39, 7.1. : "Les étangs et marais de la vallée de la Sensée" au lieu de "Les étangs et marais de la Sensée".
- page 44, 7.2. : "Les étangs et marais de la vallée de la Somme" au lieu de "Les étangs et marais de la Somme".
- page 47 : "Pour les autres" au lieu de "Pour les autres".
- page 56 : à conclusions ajouter : "L'homme est aussi à l'origine des mares prairiales (servant d'abreuvoirs pour le bétail) et des watergangs (créés pour le drainage de la Plaine maritime flamande). Il continue à agir directement ou indirectement sur ces milieux en particulier par l'intermédiaire des pratiques agricoles et de leurs nuisances (engrais engendrant des pollutions azotées)".
- page 57 : lire "2.1.".
- page 86, ligne 14 : "phytocoenologique" au lieu de "phytosociologique".
- page 104, figure 3 : "Riccio-Lemmion trisulcae" au lieu de "Riccio-Lemmion trisulcae".
- page 128, ligne 2 : "facies" au lieu de "faciès".
- page 143, ligne 35 : à "POTT (1980) dans son remarquable mémoire sur les végétations aquatiques" ajouter "de Westphalie".
- page 148, ligne 35 : "hydrogénocarbonates" au lieu de "hydrogéo-carbonates",
ligne 49 : lire "*alba*".
- page 165, lignes 19 et 20 : "tapis herbacé infra-aquatique constitue essentiellement de morphoses" au lieu de "tapis herbacé constitue essentiellement de formes".
- page 166, lignes 10 et 11 : à *Callitriche cophocarpa* fo. *submersa* ajouter (distribution centro-européenne),
ligne 18 : à "*Ranunculus penicillatus*" ajouter "var. *calcareus*".
- page 167, ligne 8 : "différentes" au lieu de "différente",
ligne 31 : "*Ranunculo (calcarei)*" au lieu de "*Ranunculo calcarei*",
ligne 34 : "hydrogénocarbonates" au lieu de "hydrogéo-carbonates",
ligne 41 : "Quant au *Ranunculo (fluitanti)*-*Sietum erecti-submersi* il se développe" au lieu de "Le *Ranunculo (fluitanti)*-*Sietum erecti-submersi* se développe".
- page 204, ligne 41 : "*Galium*" au lieu de "*Ealium*",
ligne 45 : "SCHAEFER" au lieu de "SELL".
- page 205, ligne 4 : "dans" au lieu de "sur".
- page 228, ligne 18 : "celles de MERIAUX (1983)" au lieu de "celles de MERIAUX (à paraître)",
ligne 18 : lire "minéraux",
ligne 19 : "facies" au lieu de "faciès".
- page 268, ligne 13 : lire "LIEBMANN (1962) et SLÁDEČEK (1973)" au lieu de "ILLIES (1955) et LIEBMANN (1962)",
ligne 29 : ajouter à système des saprobies "de KOLKWITZ et MARSSON".
- page 284, TABLEAU XXXIX : "HYDROCHIMIQUES" au lieu de "HYDRO-CHIMIQUES".

- page 296, ligne 17 : "Le profil phytosociologique, ou phytocoenologique,"
au lieu de "Le profil phytosociologique",
ligne 20 : 2.1. "Le profil phytocoenologique" au lieu de "Le pro-
fil phytosociologique",
ligne 21 : "il regroupe" au lieu de "ils regroupent",
ligne 22 : "apparaît" au lieu de "apparaissent".
- page 297, TABLEAU LV : "PHYTOCOENOLOGIQUE" au lieu de "PHYTOSOCIOLOGIQUE".
- page 301, ligne 28 : "characées" au lieu de "Characées".
- page 328, figure 15 : lire "NO₂⁻" au lieu de "NO₂".
- page 340, figure 13 : lire "*friesii*" au lieu de "*Friesii*".
- page 366, ligne 38 : à "*Ranunculo (fluitanti)-Sietum erecti-submersi* (Roll
1939) Th. Müller 1963" ajouter (3),
ligne 39 : à "*Ranunculo, (penicillati)-Sietum erecti-submersi*
ass. nov." ajouter (3),
ligne 54 : supprimer . et aligner "*Ruppion maritimae*" avec les
autres alliances.
- page 364, ligne 19 : "*vulgaris*" au lieu de "*australis*".
- page 368, ligne 23 : "*Caricetum gracilis* (Graebner et Hueck 1931) Tüxen 1937
em." au lieu de "*Caricetum gracilis* (Graebner et Hueck 1931) Tüxen
1937".
- page 370, figure 19 : "ZONATION PHYTOCOENO-ECOLOGIQUE" au lieu de "ZONATION
PHYTOCOENOLOGIQUE".
- page 396, Bibliographie ajouter :
SLÁDEČEK, V. 1973. - System of Water Quality from the Biological
Point of View. *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.*, 7 : 2-128.
Stuttgart.

N° d'ordre :

THÈSE

présentée à

L'UNIVERSITÉ DE METZ

pour l'obtention du grade de

DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

par

Jean-Luc MÉRIAUX

**CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE SOCIOLOGIQUE ET ÉCOLOGIQUE
DES VÉGÉTATIONS AQUATIQUES ET SUBAQUATIQUES
DU NORD-OUEST DE LA FRANCE**

Floristique, Phytocoenologie, Biocoenologie, Synécologie aquatique,
Hiérarchisation et cartographie des biotopes.

BIBLIOTHEQUE UNIVERSITAIRE - METZ	
N° inv.	19840295
Cote	S/M3 84/12
Loc	Magasin

PUBLICATIONS

PUBLICATIONS REPRISES INTEGRALEMENT

DANS LE MEMOIRE DE THESE

avec insertion dans le chapitre considéré.

GUERLESQUIN M. et MERIAUX J.-L., - Characées et végétations associées des milieux aquatiques du Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981. A paraître.

GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., 1979 - Une station à *Ceratophyllum submersum* L. Morlay, Somme. *Doc. florist.*, 2 : 51-53, St-Valéry-sur-Somme.

GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., - Distribution et caractères phytosociologiques des renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Bull. Soc. bot. Fr.*, séance du 9 février 1981, Paris. A paraître.

MERIAUX J.-L., 1982 - Inventaire et distribution des espèces de genres *Callitriche*, *Elodea* et *Ranunculus* (sous-genre *Batrachium*) dans le Nord de la France. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, Bruxelles, 311-312.

MERIAUX J.-L., 1979 - *Callitriche truncata* Guss. subsp. *occidentalis* (Rouy) Schotsman, espèce nouvelle pour la flore régionale (Nord de la France). *Doc. florist.*, 2 : 61-66, St-Valéry-sur-Somme.

MERIAUX J.-L., - Le genre *Callitriche* dans le Nord de la France et les régions voisines. (Distribution, phytosociologie, écologie et faune associée). *Lejeunia*, Liège. A paraître.

MERIAUX J.-L., 1978 - Sur la présence d'*Elodea nuttalli* (Planch) St John dans le département du Pas-de-Calais. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 31 suppl. 29 : 2-3 Lille.

MERIAUX J.-L., 1979 - *Elodea nuttalli* (Planch) St John, espèce nouvelle pour le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 32 : 30-32, Lille.

MERIAUX J.-L., 1979 - Les stations à *Elodea ernstae* St John et *Elodea nuttalli* (Planch) St John dans le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 31, suppl. 29, 2-3, Lille.

MERIAUX J.-L., 1979 - *Elodea ernstae* St John, espèce nouvelle pour la flore régionale (Nord de la France) - *Doc. florist.*, 2 : 55-60, St-Valéry-sur-Somme.

MERIAUX J.-L., 1979 - Les *Carex* du Parc naturel régional de St-Amand/Raismes et leur place phytosociologique. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 32 : 33-38, 1 carte. Lille.

GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., 1981 - Incidences du degré de connaissance taxonomique en synsystématique. II - Le cas des végétations aquatiques. *Ber. Intern. Symposien Intern. Vereinig. Vegetationskunde, Syntaxonomie*, Rinteln 1980, 269-278, Vaduz.

MERIAUX J.-L., 1982 - Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres ou fluviales du Nord de la France. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, Bruxelles, 398-402.

MERIAUX J.-L., 1982 - Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviales du Nord-Ouest de la France. (Ptéridophytes et Spermatophytes). *Natura mosana*, 35: 177-194, Marchienne-au-Pont.

MERIAUX J.-L., 1981 - Les macrophytes et l'épuration biologique des eaux. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 34 : 47-50, Lille.

MERIAUX J.-L., 1978 - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord/Pas-de-Calais). Thèse Doc. 3ème cycle 1977, Metz, *Doc. phytos.*, N.S. III : 244 p., 11 tabl., h.t., Vaduz.

(seuls les résumés sont joints en raison de l'importance du mémoire)

MERIAUX J.-L., 1979 - Bilan phyto-écologique à des fins d'aménagement d'un étang nouvellement créé : l'exemple d'Armbouts-Cappel (Nord). *Doc. Phytos.*, N.S. IV : 707-729, Vaduz.

VERDEVOYE P., avec la collaboration du Laboratoire d'Algologie du C.E.T.E./G.R.E.F. et MERIAUX J.-L., 1979 - Etude de la qualité des eaux, Lac d'Armbouts-Cappel. *Ministère de l'agriculture*, 34 p.

MERIAUX J.-L. et WATTEZ J.-R., - Groupements végétaux aquatiques et subaquatiques de la Vallée de la Somme. *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981. A paraître.

GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., - Distribution et synécologie des Renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981, 22 p., 6 tabl. A paraître.

MERIAUX J.-L. et VERDEVOYE P., - Données sur la *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962. (Synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée). *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981. A paraître.

MERIAUX J.-L., - La classe des *Potametea* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981. A paraître.

MERIAUX J.-L., - Remarques sur la synsystématique des *Potametea*. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981, A paraître.

MERIAUX J.-L., - La classe des *Phragmitetea* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981. A paraître.

MERIAUX J.-L., 1977 - Le groupement à *Rumex hydrolapathum* L. et *Rorippa amphibia* (L.) Besser. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 30 : 79-81, Lille.

MERIAUX J.-L., - Le *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et les végétations à *Phalaris arundinaceae* L. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981. A paraître.

MERIAUX J.-L. et GEHU J.-M., 1978 - De l'analyse synphytosociologique des complexes de végétation à celles des végétations complexes. Exemple de groupements aquatiques et subaquatiques. *Ber. Intern. Symposien Intern. Verein. Vegetationskunde, Assoziationskomplexé (Sigmäten)*, Rinteln 1977, 97-116, Vaduz.

MERIAUX J.-L., 1977 - Influence écologique du Rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) sur l'écosystème étang. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 30 : 51-52, Lille.

MERIAUX J.-L., 1978 - Le Rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) dans l'écosystème étang. *Natura Mosana*, 31 : 109-114, Marchienne-au-Pont.

MERIAUX J.-L., 1982 - L'utilisation des macrophytes et des phytocénoses aquatiques comme indicateurs de la qualité des eaux. *Les Naturalistes belges*, 63 : 12-28, Bruxelles.

MERIAUX J.-L. et TOMBAL P., 1981 - Eléments d'appréciation des écosystèmes lotiques et des écosystèmes lentiques. Essai de définition d'indices écosystémiques. *Séminaire de Phytosociologie appliquée : l'évaluation biologique du territoire par la méthode des indices biocoenotiques*, Metz 1980, 193-207.

TOMBAL P. et MERIAUX J.-L., 1981 - Contribution à une méthode propre à inventorier, évaluer et hiérarchiser les sites naturels à l'échelle régionale et nationale. *Séminaire de Phytosociologie appliquée : l'évaluation biologique du territoire par la méthode des indices biocoenotiques*, Metz 1980, 269-278.

MERIAUX J.-L. et TOMBAL P., 1982 - Suggestions concernant le réaménagement des carrières en eau. *Bulletin français de Pisciculture*, 286 : 262-267, Boves.

MERIAUX J.-L., TOMBAL J.-C., TOMBAL P. et coll., (A.M.B.E.), 1982 - Patrimoine naturel régional Nord/Pas-de-Calais. Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles, 1 carte couleur (40 x 60), notice détaillée, 4 p.

II - ANALYSE FLORISTIQUE

GUERLESQUIN M. et MERIAUX J.-L., - Characées et végétations associées des milieux aquatiques du Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X*, les végétations aquatiques et amphibies, Lille 1981. A paraître.

GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., 1979 - Une station à *Ceratophyllum submersum* L. Morlay, Somme. *Doc. florist.*, 2 : 51-53, St-Valéry-sur-Somme.

GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., - Distribution et caractères phytosociologiques des renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Bull. Soc. bot. Fr.*, séance du 9 février 1981, Paris. A paraître.

MERIAUX J.-L., 1982 - Inventaire et distribution des espèces de genres *Callitriche*, *Elodea* et *Ranunculus* (sous-genre *Batrachium*) dans le Nord de la France. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, Bruxelles, 311-312.

MERIAUX J.-L., 1979 - *Callitriche truncata* Guss. subsp. *occidentalis* (Rouy) Schotsman, espèce nouvelle pour la flore régionale (Nord de la France). *Doc. florist.*, 2 : 61-66, St-Valéry-sur-Somme.

MERIAUX J.-L., - Le genre *Callitriche* dans le Nord de la France et les régions voisines. (Distribution, phytosociologie, écologie et faune associée). *Lejeunia*, Liège. A paraître.

MERIAUX J.-L., 1978 - Sur la présence d'*Elodea nuttalli* (Planch) St John dans le département du Pas-de-Calais. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 31 suppl. 29 : 2-3 Lille.

MERIAUX J.-L., 1979 - *Elodea nuttalli* (Planch) St John, espèce nouvelle pour le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 32 : 30-32, Lille.

MERIAUX J.-L., 1979 - Les stations à *Elodea ernstae* St John et *Elodea nuttalli* (Planch) St John dans le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 31, suppl. 29, 2-3, Lille.

MERIAUX J.-L., 1979 - *Elodea ernstae* St John, espèce nouvelle pour la flore régionale (Nord de la France) - *Doc. florist.*, 2 : 55-60, St-Valéry-sur-Somme.

MERIAUX J.-L., 1979 - Les *Carex* du Parc naturel régional de St-Amand/Raismes et leur place phytosociologique. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 32 : 33-38, 1 carte. Lille.

GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., 1981 - Incidences du degré de connaissance taxonomique en synsystématique. II - Le cas des végétations aquatiques. *Ber. Intern. Symposien Intern. Vereinig. Vegetationskunde, Syntaxonomie*, Rinteln 1980, 269-278, Vaduz.

MERIAUX J.-L., 1982 - Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres ou fluviatiles du Nord de la France. *Studies on Aquatic Vascular Plants*, Bruxelles, 398-402.

MERIAUX J.-L., 1982 - Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviatiles du Nord-Ouest de la France. (Ptéridophytes et Spermatophytes). *Natura mosana*, 35: 177-194, Marchienne-au-Pont.

MERIAUX J.-L., 1981 - Les macrophytes et l'épuration biologique des eaux. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 34 : 47-50, Lille.

CHARACEES ET VEGETATIONS ASSOCIEES
DES MILIEUX AQUATIQUES DU NORD DE LA FRANCE

par Micheline GUERLESQUIN

Laboratoire de Biologie végétale
et de Phytogéographie
I.R.F.A.
49005 Angers Cédex B.P. 808

et Jean-Luc MERIAUX

Laboratoire de Botanique
Université de Lille I
59650 Villeneuve d'Ascq

Institut Européen d'Ecologie
57000 Metz

RESUME

L'étude décrit les végétations de Characées et de Phanérogames associées dans certains étangs et marais de la vallée de la Sensée ainsi que dans quelques étangs d'affaissements miniers du bassin houiller du Nord et du Pas-de-Calais. Elle fournit le bilan des Characées connues à ce jour (17 taxons appartenant à 3 genres) et de certaines caractéristiques écologiques de leurs stations. Elle fait l'inventaire des associations à Characées et des groupements mixtes Phanérogames - Characées observés.

SUMMARY - *Characeae* and associated vegetations in the aquatic environments of the North and the Pas-de-Calais Regions

The study describes the vegetations of *Characeae* and associated Phanerogams in some ponds and marshes of the valley of the Sensee as well as in some ponds of the mining subsidences of the coal-basin of the North and the Pas-de-Calais Regions. It supplies the evaluation of the *Characeae* known until now (17 taxons belonging to 3 genera) and of some ecological characteristics of their habitats. An inventory of the associations of *Characeae* and the observed composite communities of Phanerogams - *Characeae* is given.

ZUSAMMENFASSUNG - Characeen und assoziierte Wasserpflanzen in Nordfrankreich

Die Studie beschreibt Characeen und assoziierte Phanerogamen in Teichen und Sumpfgebieten des Sensee-Tals, wie auch in einigen im Kohle-Revier von Nordfrankreich und dem Pas-de-Calais nach dem Kohleabbau zurückgebliebenen Wassertümpeln. Sie gibt eine Aufstellung der bisher bekannten Characeen (17 taxa von drei verschiedenen Gattungen), und erwähnt ebenfalls einige ökologische Standortmerkmale. Es folgt weiterhin eine Aufstellung der beobachteten Characeen Assoziationen und der gemischten Gruppen Phanerogamen - Characeen.

INTRODUCTION

Les données concernant les Characées du Nord de la France sont anciennes. Il faut, en effet, remonter aux travaux de HECART (1836), COZETTE (1904), GODON (1909), HY (1913-1914) et SCHODDUYN (1909, 1925) pour disposer d'éléments précis concernant les espèces présentes dans ce territoire. Dans un passé récent CORILLION (1955), GUERLESQUIN (1964) et GUERLESQUIN et WATTEZ (1973-74, 1979) se sont intéressés aux Characées de la dition, mais leurs prospections se limitaient toutefois aux seules régions littorales. La découverte (ou la redécouverte) par MERIAUX de nombreuses stations dans les étangs et marais de la vallée de la Sensée et dans ceux nés d'affaissements miniers du bassin houiller Nord-Pas-de-Calais (1978), puis celle du "lac d'Armbouts-Cappel" (1979) ont incité les auteurs à réaliser cette étude. Celle-ci apparaît comme un bilan des espèces connues à ce jour, de leurs stations et caractéristiques écologiques, en comparaison avec l'ensemble des données anciennes qui ont pu être réunies, mais aussi comme un inventaire des associations à Characées et des végétations mixtes "Phanérogames-Characées" définies dans la dition.

1. Caractères de la dition

1.1. Limites

La dition s'étend aux départements du Nord et du Pas-de-Calais en excluant la zone littorale.

1.2. Milieux prospectés et leur situation géographique

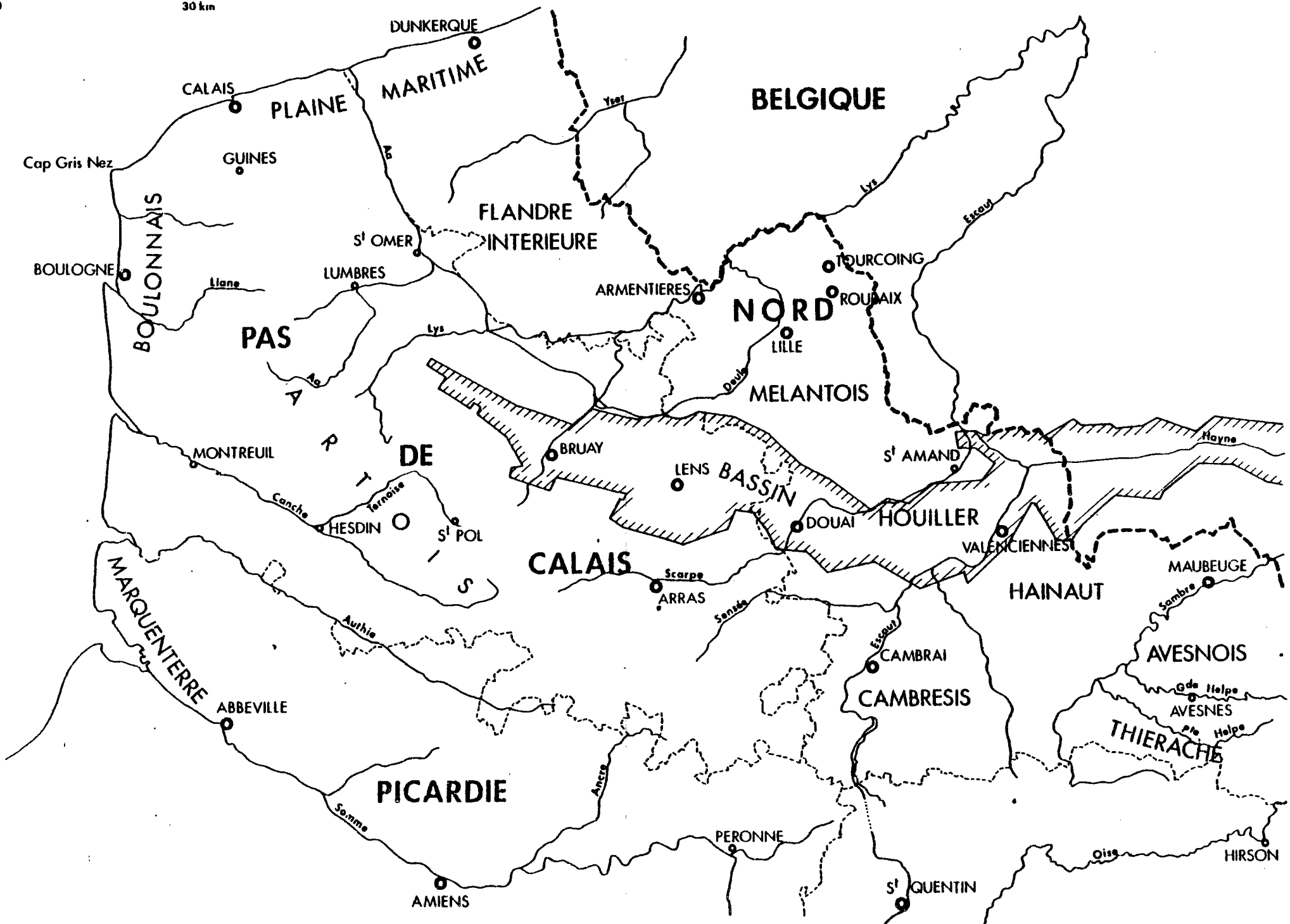
De nombreux milieux aquatiques favorables aux populations de Characées ont été prospectés : étangs, marais, rivières et leurs anses calmes, mares prairiales, fossés de drainage et d'irrigation, bassins artificiels... Certains en abritent d'importantes populations :

- étangs et marais de la vallée de la Sensée,
- étangs du bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais situés plus précisément dans la plaine de la Scarpe (massif forestier de Saint-Amand-Raismes), la basse vallée de l'Escaut, les vallées de la Hayne et de l'Hogneau, de la Deûle ; parmi eux, seuls les étangs des marais de l'Epaix dans la basse vallée de l'Escaut ne sont pas nés d'affaissements miniers,
- "lac" artificiel d'Armbouts-Cappel dans la plaine maritime,
- bassins artificiels dans le Mélantois.

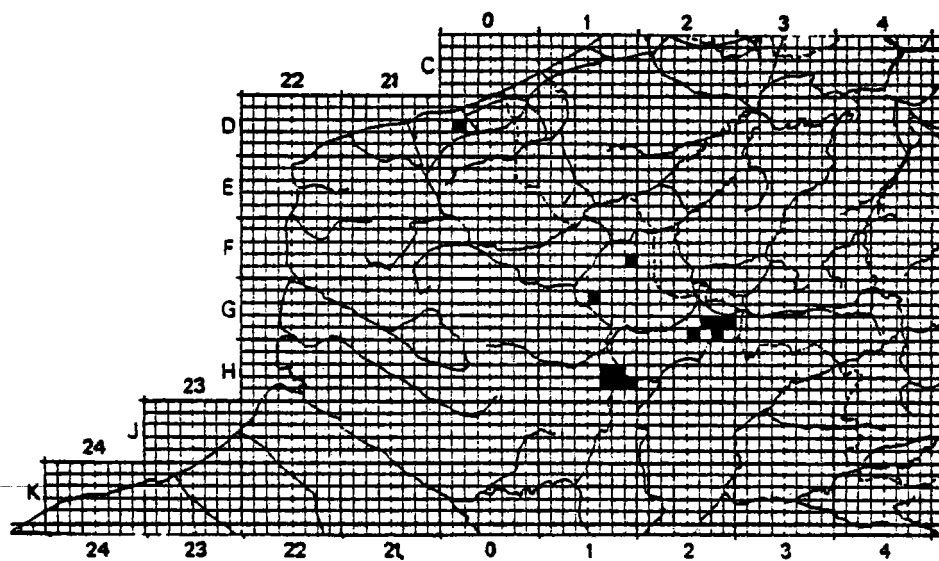
Ces divers plans d'eau sont répertoriés dans un tableau synoptique (tableau 1) et peuvent être globalement localisés sur une carte des unités géographiques du Nord (carte 1) ainsi que sur un fond de carte de l'Institut floristique franco-belge (carte 2).

Dans d'autres milieux, pourtant systématiquement prospectés à plusieurs reprises en différentes saisons (printemps, été, automne), il n'a pas encore été observé, ni récolté de Characées :

- nombreuses mares prairiales de l'Avesnois et de la Flandre intérieure,
- watergangs de la plaine maritime, watergangs et étangs du Romelaère de la cuvette de Saint-Omer,
- rivières : l'Aa, la Lys, la Hem, la Canche et ses affluents, l'Authie,
- plusieurs étangs de la vallée de la Sensée (Grand-Clair de Palluel, Grand-Clair de Wasnes-au-Bac) et du bassin houiller (étang Chaband-Latour, étang d'Amaury, étang de la Digue-noire...).



Carte n°1 : UNITES GEOGRAPHIQUES DU NORD



Carte n°2 : LOCALISATION DES MILIEUX OU SE DEVELOPPENT
 DES CHARACEES
 (fond de carte I.F.F.B.)

Tableau n°1 : LOCALISATION GEOGRAPHIQUE ET CARACTERISTIQUES GENERALES DES ETANGS ET MARAIS A CHARACEES

REGIONS GEOGRAPHIQUES		ETANGS ET MARAIS	REPARTITION I.F.F.B.(3)	ORIGINE ET AGE RELATIF
Vallée de la Sensée	Vallée de la Sensée - dépression alluviale entre le Bas-Artois (Cambresis) et la plaine de la Scarpe	Etangs et marais d'Arleux Grand Marais d'Ecourt St-Quentin Grand Marais de Rumaucourt Marais d'Oisy-le-Verger Etang d'Aubigny-au-Bac	H1 37 H1 36 H1 46 H1 47 H1 48	MILIEUX ANCIENS
Bassin houiller du Nord/Pas-de-Calais	Vallée de la Deûle	Etangs du Marais de Carvin Etang du bois de l'Epinoy	G1 25 G1 25	Etangs nés d'affaissements miniers
	Plaine de la Scarpe (Massif forestier de St-Amand)	Mare à Goriaux Etang du Bois Brûlé Nord	G2 55 G2 46	
	Vallées de la Hayne et de l'Hogneau	Etang St-Pierre (1) Etangs du Calvaire du Jubilé (1)	G2 38 G2 38	
	Basse vallée de l'Escaut	Etangs de Fresnes (2)	G2 48	
		Gravière et étang à pêche des Marais de l'Epaix	G2 58	Etangs ou plans d'eau ayant une origine autre que les affaissements miniers
	Mélantois	Bassins de l'Université des Sciences et techniques de Villeneuve d'Ascq	F1 48	
	Plaine maritime	Lac d'Arbouts-Cappel	DO 32	

MILIEUX RECENTS

(1) Etangs disparus à la suite de la mise au grand gabarit de l'Escaut en 1979
 (2) Etangs au contour modifié lors de la mise au grand gabarit de l'Escaut en 1979
 (3) Selon le fond de carte de l'Institut floristique franco-belge

Au total, il semble que les biotopes aquatiques où sont observées des populations de Characées dans la région, soient relativement peu nombreux (évaluation 2%).

1.3. Géologie et relations étangs - nappes aquifères

Les terrains sédimentaires constituant le sous-sol de la région sont très diversifiés et les assises géologiques des étangs de ce fait très variées :

- craie du Turonien ou du Sénonien, alluvions modernes souvent tourbeuses dans la vallée de la Sensée,

- sables landéniens, alluvions graveleuses, tourbeuses ou argilo-sableuses dans les vallées de la Hayne, de l'Hogneau et de l'Escaut où le substratum peut être parfois constitué de schistes houillers résiduels,

- sables landéniens, alluvions argilo-sableuses, limons sableux dans le massif forestier de Saint-Amand,

- alluvions argilo-sableuses parfois tourbeuses ou graveleuses dans la vallée de la Deûle,

- dépôts marins sableux, argileux et limons argilo-sableux du Dunkerquien, tourbe de surface, argiles, sables pissards et cailloutis du Flandrien pour la plaine maritime.

La craie du Sénonien et du Turonien supérieur renferme une importante nappe aquifère qui affleure dans les étangs de la vallée de la Sensée, ceux-ci n'étant souvent en fait que de vastes émergences de la nappe de craie.

Les sables landéniens de même que les alluvions de l'Escaut, de la Hayne, de l'Hogneau, de la Scarpe et de la Deûle, contiennent également une nappe aquifère, souvent confondue avec celle de la craie au niveau de la vallée de l'Escaut. Les étangs du bassin houiller sont donc alimentés par les eaux des nappes des sables landéniens et des alluvions auxquelles peuvent se mêler pour les étangs de la vallée de l'Escaut les eaux de la nappe de craie.

Quant au lac d'Armbouts-Cappel, il provient d'un affleurement de la nappe des sables superficiels.

1.4. Climat

Précipitations

Les étangs de la vallée de la Sensée et du bassin houiller, les bassins artificiels à Villeneuve d'Ascq sont situés dans une zone intermédiaire entre la zone atlantique présentant un maximum de pluies en automne et la zone subcontinentale où le maximum est enregistré en été. Cette zone est donc caractérisée par deux maximums : l'un en juin-juillet correspond aux pluies d'orage, l'autre en octobre-novembre. La proximité du littoral engendre un maximum automnal alors que l'avancée vers l'est entraîne un accroissement des pluies estivales.

Le lac d'Armbouts-Cappel se trouve dans la zone atlantique où le maximum des précipitations est constaté en automne (octobre) et le minimum au printemps (mai).

Le tableau 2 exprime la hauteur mensuelle des précipitations dans les stations situées à proximité des étangs et marais étudiés.

Températures

La moyenne annuelle générale voisine de 10°C (tableau 3) traduit un climat régional tempéré soumis à l'influence atlantique. Celle-ci, évidemment plus marquée pour le lac d'Armbouts-Cappel, est confirmée par les différences notables existant entre les moyennes des maximums et des minimums enregistrés dans

Tableau n°2 : REPARTITION DES PLUIES DANS LA DITION (résultats donnés en mm)

Villes et périodes concernées		alt. en m	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total	octobre à mars
Plaine maritime	DUNKERQUE (1947-1980)	7	51	45	44	40	44	51	50	51	62	60	81	61	640	342
Vallée de la Deûle	LILLE (1946-1980) HENIN-BEAUMONT (1923-1981)	47	46	42	43	41	51	60	59	59	55	53	64	57	630	305
Vallée de l'Escaut	CONDE-sur-L'ESCAUT (x)	25	47	38	43	41	53	65	81	60	60	75	57	58	678	318
	VICQ (1963-1981)	21	42	46	47	44	57	70	72	68	56	53	69	56	680	313
	VALENCIENNES (1892-1930)	52	46	40	53	47	45	71	73	66	55	70	62	65	693	336
	CAMBRAI (1956-1980)	77	43,2	43,2	44,2	42,9	53,6	62,7	59,6	58,1	51,5	54,8	63,9	51,2	629	300,5
	HONNECOURT (x)	80	56	44	49	56	65	67	72	63	55	65	58	56	696	328
Vallée de la Scarpe	GOEULZIN (1966-1974)	36	51,9	53	42,6	53,4	68,1	88,7	76,3	70,5	48,1	58,4	92,2	40,2	743,5	338,3
	DOUAI (1921-1950)	28	49	44	49	44	59	72	71	63	59	73	63	58	704	336
	SAINTE-AMAND (1901-1930)	25	66	56	66	60	53	66	63	64	66	91	81	77	812	437
Massif forestier de Saint-Amand	RAISMES (1968-1974)	29	41	40	37	49	60	67	68	50	63	64	60	54	653	296
Gohelle	ARRAS (1901-1930)	66	66	52	61	61	60	66	71	66	56	71	71	83	784	404
Vallée de la Sensée	LECLUSE (1967-1974)	38	43,3	48,3	41,5	39,5	68,9	58,9	68,8	65,8	66,6	43,8	62,1	38,4	645,9	277,4
	FRESSIES-FECHAIN (1963-1973)	34	31	38,8	36,2	43,5	61,9	79,5	44	36,8	45,9	17,1	67,2	22,2	593,9	212,5
Cambrésis	LE CATEAU (x)	102	56	48	55	47	57	64	74	68	64	71	64	68	736	362
	HAVRINCOURT (x)	110	53	46	52	45	61	71	74	67	65	75	65	62	736	359
	VAULX-VRAUCOURT (1901-1930)	105	54	45	45	61	68	60	78	66	63	90	90	87	802	411

Tableau n° 3 : MOYENNES MENSUELLES DES TEMPERATURES DANS LA DITION
(données de l'Office National Météorologique de Lille-Lesquin)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
LILLE (1946-1980)	2°6	3°3	5°9	8°8	12°4	15°2	17°	17°1	14°9	10°8	6°2	3°5	9°8
VALENCIENNES (1892-1930)	2°8	3°6	6°2	8°7	12°7	15°6	17°3	17°3	14°7	10°4	5°9	3°5	9°7
CAMBRAI (1956-1980)	2°5	3°4	5°9	8°5	12°4	15°3	17	16°9	14°8	10°7	5°9	3°2	9°7

Tableau n° 4 : MOYENNES DES TEMPERATURES DANS LA DITION
(données de l'Office National Météorologique de Lille-Lesquin)

	DUNKERQUE 1947-1980	LILLE 1946-1980	VALENCIENNES 1892-1930	CAMBRAI 1956-1980	RAISMES 1968-1974	DOUAI 1892-1930
Moyenne annuelle	10°4	9°8	9°7	9°7	9°8	10°05
Moyenne des minima	7°6	5°9	5°7	5°8	5°7	5°07
Moyenne des maxima	13°2	13°7	13°7	13°6	14°	14°5
		1921-1950	1892-1930	1921-1950		1892-1930
Moyenne des mois froids						
Décembre-Janvier-Février	4°8	3°1	2°5	2°8		3°4
minima	2°4	0°6	0°1	0°4		0°4
maxima	7°2	5°6	5°1	5°2		6°4
Moyenne des mois chauds						
Juin-Juillet-Août	16°3	16°6	17°2	16°6		17°
minima	13°2	11°4	12°1	11°6		12°1
maxima	10°4	21°8	22°3	21°7		22°3

Tableau n° 5 : INDICES CLIMATIQUES

	DUNKERQUE 1947-1980	LILLE 1946-1980	VALENCIENNES 1892-1930	CAMBRAI 1956-1980	DOUAI 1892-1930
Amplitude thermique d'Angot (Différences entre moyennes de juillet et janvier)	12°8	14°4	14°5	14°5	14°7
Indice d'aridité de Martonne	31,3	31,8	35,1	31,9	35
Indice de pluvio- métrie d'Emberger	150,0	129,0	139,1	131,0	142

les stations de la plaine maritime d'une part et celles du bassin houiller et de la vallée de la Sensée d'autre part. L'hiver apparaît beaucoup plus doux dans la plaine maritime et l'été légèrement moins chaud, la température y est dans l'ensemble plus uniforme (tableau 4).

Indices climatiques

La valeur de ces indices (tableau 5) confirme le climat atlantique de la première station et pour les autres l'atténuation du climat atlantique par l'influence semi-continentale.

1.5. Phytogéographie

L'ensemble des stations à Characées est réparti dans une plaine allant du Cambrésis vers le littoral et subissant l'influence atlantique plus accusée à Armbouts-Cappel et l'influence sub-continentale pour les autres localités. Quelques espèces méridionales accidentelles sont également présentes dans la dition. En suivant la subdivision en districts phytogéographiques de DE LANGHE et coll. (1978), on constate que la dition s'étend sur les districts brabançon et picard (zone de contact) et se prolonge jusqu'au district maritime pour la localité d'Armbouts-Cappel.

2. Caractères des biotopes à Characées

Ces milieux peuvent être classés en deux groupes suivant leur âge et leurs caractères écologiques.

2.1. Milieux récents aux caractères écologiques relativement variables

Ils ont deux origines possibles. Les uns sont, en effet, nés d'affaissements miniers : leur formation est étroitement liée à la géologie (nappe sub-affleurante) et à leur situation géographique (bassin houiller). Survenus à partir du milieu du XIX^{ème} siècle, des affaissements miniers ont transformé des zones mouilleuses, périodiquement inondées, des marais, des petites dépressions résultant parfois de l'action de l'homme (argilières du Calvaire du Jubilé à Thivencelles) en étangs, en marais étendus et profonds (Mare à Goriaux, 110 ha). Les autres résultent uniquement de diverses activités de l'homme : ancienne gravière ou étang de pêche pour les étangs des Marais de l'Epaix, ancienne ballastièrre pour le "lac" d'Armbouts-Cappel, bassins artificiels à Villeneuve d'Ascq.

Outre leur âge récent (de quelques années à un siècle environ), la grande variabilité des caractères écologiques est le trait dominant de la majorité de ces biotopes : changement rapide et important des niveaux d'eau, apports externes plus ou moins réguliers joints à l'alimentation naturelle des nappes, composition physico-chimique des eaux pouvant être très instable en raison des apports exogènes, rythme nyctéméral et amplitude thermique estivale - hivernale en fonction de la faible profondeur générale de ces milieux.

2.1.1. Variations des niveaux d'eau

Elles dépendent des fluctuations des nappes qui alimentent les biotopes, nappes des alluvions ou nappe des sables landéniens, superficielles et de faible capacité, très sensibles aux facteurs climatiques : température et pluviosité. L'étiage coïncide avec l'été, juillet, août, septembre, mais peut se prolonger jusqu'en automne (octobre). L'action des stations de pompage, installées par les houillères, est prépondérante et spectaculaire surtout en période estivale. Des étangs sont alors partiellement asséchés : étangs de Fresnes où le battement est de 1,20 m. Là où ne fonctionnent pas de pompes régulatrices,

l'oscillation est plus faible (Mare à Goriaux, 0,30 à 0,40 m ; étangs du marais de Carvin, 0,50 m). Les biotopes "neufs", ne dépendant pas d'affaissements miniers, sont aussi affectés par des baisses de niveau en période estivale : lac d'Armbouts-Cappel et étangs du marais de l'Epaix (0,40 m), bassins de l'Université des Sciences et Techniques de Lille alimentés artificiellement (0,10 à 0,30 m) selon les années (en relation avec la hauteur des précipitations, l'insolation et les vents). Certains étangs ont été parfois totalement asséchés de juillet à septembre : étang du bois de l'Epinoy (1976), étangs du Calvaire du Jubilé (1976), bassins du campus universitaire. La remontée des eaux, assez rapide, se produit généralement en Novembre-Décembre.

2.1.2. Apports d'eau extérieurs

Ils peuvent être réguliers. La Mare à Goriaux est en partie alimentée par le fossé à eaux schlammeuses rejetées par la mine d'Arenberg. Mais cette eau dont le débit atteint 10 l/s renferme une grande quantité de matériaux ultrafins ou "schlamms" ce qui entraîne l'atterrissement progressif de l'étang.

L'étang du Bois de l'Epinoy reçoit les eaux de ruissellement du terril de Libercourt et l'étang du Bois Brûlé Nord les eaux résiduelles phénolées, issues de la fabrication des boulets. Ces eaux atteignent le plan d'eau après purification par filtration à travers les schistes du terril tout proche.

2.1.3. Paramètres physico-chimiques

La composition physico-chimique des eaux de ces milieux récents est proche de celle des nappes qui les alimentent, mais dépend aussi de la nature des effluents qui y aboutissent, en étroite relation avec la localisation géographique de ces étangs. Dans les secteurs industrialisés et urbanisés comme la Mare à Goriaux et les étangs du Marais de Carvin, les étangs peuvent recevoir des eaux chargées en substances organiques et minérales, des eaux à teneur particulièrement élevée en ions Cl^- et Na^+ pouvant être qualifiées de subsaumâtres voire de saumâtres. De brusques modifications de composition dues à des apports irréguliers peuvent aussi survenir. En ce qui concerne les étangs forestiers, la forte teneur en matières organiques est principalement due à la décomposition des feuilles d'arbres environnants. Les étangs des Marais de l'Epaix contiennent une eau à caractère relativement stable qui ne subit que très peu d'influences externes.

Des modifications de la composition des eaux du lac d'Armbouts-Cappel s'observent par intermittence. L'alimentation se fait par la nappe des sables superficiels, mais les variations de la charge de la nappe saumâtre sous-jacente, apportent périodiquement des ions Cl^- et Na^+ au niveau des zones les plus profondes.

2.1.4. Variations de température

Elles sont importantes entre le jour et la nuit lorsque les milieux ont une faible profondeur : étangs du Calvaire du Jubilé (0,30 m), étangs de Fresnes et du Bois Brûlé Nord (0,60 m). Cette faible épaisseur d'eau est également soumise à des amplitudes thermiques estivales-hivernales importantes.

L'âge de ces milieux est inférieure à un siècle. Quelques-uns parmi ceux des affaissements miniers subissent encore des modifications profondes, parfois rapides - tant au point de vue de leur forme que de la qualité des eaux ; les fluctuations de leurs niveaux sont souvent amples. Ils peuvent donc être assimilés à des milieux "récents" et pour certains "non stabilisés".

2.2.2. Milieux anciens aux caractères écologiques stables

Ce sont les étangs et marais de la vallée de la Sensée et de son affluent l'Hirondelle (tableau 1). Leur origine est liée à la nappe phréatique de la craie Sénonienne et Turonienne. L'eau occupe les dépressions dues à l'exploitation de la tourbe. Le tourbage a débuté au Moyen-Age ; il s'est beaucoup développé au XVIIIème siècle et s'est poursuivi jusqu'à nos jours dans quelques marais (Arleux).

En fait, les plans d'eau correspondent à des retenues - les moulins d'autant du Xème siècle - dont le rôle a été renforcé beaucoup plus tard par des écluses qui maintiennent des réserves d'eau.

Leur âge, la forme qu'ils ont acquise, leur niveau aux fluctuations relativement faibles, la composition physico-chimique des eaux peu différente de celle de la nappe phréatique, présentant toutefois des modifications cycliques, faibles il est vrai, traduisant une pollution minérale liée aux pratiques agricoles et organiques en relation avec le tourisme estival - permettent de les considérer comme des biotopes "anciens bien fixés".

3. Etude de la végétation

3.1. Les milieux aquatiques prospectés qui font l'objet de notre étude, hébergent 11 espèces de Characées (représentant 17 taxons appartenant à 3 genres) qui forment des faciès prairiaux plus ou moins étendus, mono- ou polyspécifiques où se côtoient plusieurs associations mixtes avec des phanérogames.

Le tableau 6 précise la répartition des taxons récoltés dans les différents milieux que nous avons classés en 4 catégories :

- étangs de la vallée de la Sensée : Arleux, Ecourt-Saint-Quentin, Rumaucourt ;
- étangs nés d'affaissements : Carvin, Sabatier, Raismes, Mare à Goriaux, Fresnes-sur-Escaut, Thivencelles ;
- milieux neufs ou récemment remaniés : lac d'Armbouts-Cappel, étangs des marais de l'Epaix, bassins de la Faculté des Sciences de Villeneuve d'Ascq ;
- milieu temporaire : ornière dans le marais d'Oisy-le-Verger.

Le tableau 7 récapitule l'ensemble de nos connaissances sur les Characées de cette région, qu'elles aient été antérieurement signalées dans la littérature, déterminées avec précision dans les herbiers que nous avons consultés ou qu'elles proviennent de nos récoltes récentes.

Le matériel que nous avons collecté ne peut évidemment pas refléter toutes les modalités de la répartition des Characées présentes dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais. Certaines espèces connues ont échappé à nos investigations, telles *Chara tomentosa*, *C. aspera*, *Nitellopsis obtusa*, *Nitella syncarpa*, *N. opaca*, *N. translucens*, *N. confervacea*, *Tolypella intricata*. Deux taxons sont nouveaux : *Chara vulgaris* var. *crassicaulis*, *C. demodata*. L'ensemble de nos récoltes permet de compléter les données antérieures éparpillées dans la littérature ou consignées dans les herbiers. Cependant, nous sommes tout à fait conscients des lacunes qui existent dans les prospections aquatiques que nous avons effectuées dans la région et qui mériteraient d'être poursuivies.

Dans le tableau 8, nous avons regroupé les valeurs maximale et minimale pour quelques paramètres physico-chimiques mesurés dans les biotopes étudiés. La portée de ces valeurs demeure restreinte, car dans plusieurs cas, une seule ou parfois deux analyses ont été effectuées dans chaque station ce qui ne permet pas de mettre en évidence les variations diurnes ou saisonnières régulièrement observées.

	Etangs de vallée 59-62	Etangs d'af- faissements miniers 59-62	Lac d'Armbouts- Cappel, 59 Etang du marais de l'Epaix, 59 Bassins de Vil- leneuve d'Ascq, 59	Milieu temporaire Oisy-le- Verger, 62
<i>Chara vulgaris</i>	+	+	+	.
<i>Chara hispidula</i>	.	+	.	.
<i>Chara vulgaris</i> v. <i>longibracteata</i>	+	+	+	.
<i>Chara vulgaris</i> v. <i>crassicaulis</i>	.	+	.	.
<i>Chara contraria</i>	.	+	.	.
<i>Chara demodata</i>	.	.	.	+
<i>Chara vulgaris</i> v. <i>papillata</i>	.	.	+	.
<i>Chara hispida</i>	+	+	.	.
<i>Chara polyacantha</i>	+	.	.	.
<i>Chara major</i>	+	+	.	.
<i>Chara globularis</i>	+	+	+	.
<i>Chara delicatula</i>	.	+	.	.
<i>Nitella flexilis</i>	+	.	.	.
<i>Nitella tenuissima</i>	.	.	.	+
<i>Nitella mucronata</i>	+	.	.	.
<i>Nitella gracilis</i>	+	.	.	.
<i>Tolypella glomerata</i>	(+)	.	+	.

Tableau n° 6 : TABLEAU COMPARATIF DES BIOTOPES DES DIFFERENTS TAXONS DE CHARACEES RECOLTES DANS LES DEPARTEMENTS FRANCAIS DU NORD ET DU PAS-DE-CALAIS PAR LES AUTEURS

+ = espèce présente

. = espèce absente

(+)= espèce probable mais de détermination imprécise

59 = département du Nord

62 = département du Pas-de-Calais

	LITTERATURE		HERBIERS		AUTEURS	
	59	62	59	62	59	62
<i>Chara tomentosa</i>	+
<i>Chara vulgaris</i>	+	+	+	.	+	+
<i>Chara hispidula</i>	.	+	.	.	+	.
<i>Chara vulgaris</i> v. <i>longibracteata</i>	.	+	+	.	+	+
<i>Chara vulgaris</i> v. <i>crassicaulis</i> *	+	.
<i>Chara contraria</i>	.	+	+	.	+	.
<i>Chara vulgaris</i> fa <i>paragymnophylla</i>	.	+
<i>Chara demodata</i> *	+
<i>Chara vulgaris</i> v. <i>papillata</i>	.	+	.	.	+	.
<i>Chara hispida</i>	+	+	+	.	+	(+)
<i>Chara polyacantha</i>	+	+	+	+	.	+
<i>Chara major</i>	.	+	+	.	+	+
<i>Chara aspera</i>	+	+	+	.	.	.
<i>Chara globularis</i>	+	+	+	.	+	+
<i>Chara delicatula</i>	.	+	.	.	+	.
<i>Nitellopsis obtusa</i>	.	+
<i>Nitella syncarpa</i>	.	+	+	.	.	.
<i>Nitella opaca</i>	+	.	+	.	.	.
<i>Nitella flexilis</i>	+	+	+	.	.	+
<i>Nitella translucens</i>	.	+
<i>Nitella confervacea</i>	.	.	+	.	.	.
<i>Nitella tenuissima</i>	+	+	+	+	.	+
<i>Nitella mucronata</i>	+	+	+	.	+	.
<i>Nitella gracilis</i>	+	.	+	+	+	.
<i>Tolypella glomerata</i>	+	+	+	.	+	(+)
<i>Tolypella intricata</i>	+	.	+	.	.	.

Tableau n° 7 - TABLEAU RECAPITULATIF DES CHARACEES ANTERIEUREMENT PUBLIEES, PRESENTES DANS LES HERBIERS ET OBSERVEES PAR LES AUTEURS

+ = espèce présente ; . = espèce absente ; (+) = espèce probable mais de détermination imprécise ; * = espèce nouvelle dans la dition.

Ont été consultés les herbiers de la Faculté des Sciences de Lille (CUSSAC), de la Faculté libre des Sciences d'Angers, de la Municipalité d'Angers (herbier LLOYD), de l'Institut de Botanique de Montpellier ainsi que les travaux de CORILLION (1955), COZETTE (1904), GUERLESQUIN (1964), GUERLESQUIN et WATTEZ (1973-1974), HY (1913-1914), MERIAUX (1978-1979), SCHODDUYN (1909-1925).

	I	II	III	IV
	Etangs de la vallée de la Sensée	Etangs d'affaissements miniers	Etangs des marais de l'Epaix	Etang de Armbouts-Cappel
pH	7,6 - 8,1	(6,94) 7,4 - 9,2	7,4 - 7,5	7,8 - 8,15
Conductivité $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$	437 - 580	(465) 768 - 2630	620 - 6,40	1000 - 1240
Chlorures mg/l	25 - 32	42 - 720	39 - 40	294 - 310
Sulfates mg/l	27 - 38	(33) 50 - 950	164 - 168	110
Calcium mg/l	34,1 - 72,1	(14) 20 - 176,4	69 - 75	60 - 65
Sodium mg/l	14 - 16,7	(43,5) 45,2 - 373,1		156 - 160
Potassium mg/l	3,3 - 5,1	(7) 8,1 - 34,8		7,4 - 7,5
Magnésium mg/l	8,3 - 13,3	(8,9) 22,2 - 125,8	19 - 22	22 - 27

Tableau n° 8 : VALEURS EXTREMES (maximale et minimale) DE QUELQUES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES MESURES DANS LES BIOTOPES A CHARACEES ETUDIES (I, II, III - mesures effectuées en période estivale ; IV - mesures effectuées en avril, juin, septembre).

	pH	Conductivité	Cl ⁻	SO ₄ ⁻⁻	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
<i>Ch. vulgaris</i>	7,4 - 8,9	465 - 2630	86 - 720	33 - 235	14 - 118,2	52 - 285,2	7 - 34,8	8,9 - 125,8
<i>Ch. hispidula</i>	7,4	465	86	33	14	52	7	8,9
<i>Ch. longibracteata</i>	7,4 - 8,15	465 - 1800	38 - 310	33 - 750	14 - 176,4	42,2-160	7 - 12,9	8,9 - 48,4
<i>Ch. crassicaulis</i>	7,4 - 8,1	1290 - 2450	42 - 720	50 - 750	152,3 - 176,4	45,2-285,2	12,8-34,8	48,4 - 125,8
<i>Ch. contraria</i>	7,7 - 8,3	2260 - 2450	115 - 720	50 - 950	91,2 - 118,2	285,2-373,1	15 - 34,8	37,7 - 125,8
<i>Ch. papillata</i>	7,5 - 8,15	620 - 1240	69 - 310	110 - 168	60 - 75	156 - 160	7,4- 7,5	19 - 27
<i>Ch. hispida</i>	8,2 - 8,9	1310 - 2050	115	950	91,2	373,1	15	37,7
<i>Ch. major</i>	8,2	2300	120	900	71,4	357	12,3	41,6
<i>Ch. globularis</i>	6,9 - 8,1	620 - 2630	38 - 720	50 - 750	43,1 - 176,4	43,5-285,2	7,1-34,8	17,6 - 125,8
<i>Ch. delicatula</i>	7,4 - 8,1	1290 - 2630	50 - 720	50 - 500	118,2 - 176,4	45,2-285,2	12,9-34,8	48,4 - 125,8
<i>N. mucronata</i>	7,6 - 8,1	485 - 580	25 - 32	27 - 38	42 - 72,1	13,9- 16,4	3,9- 5,1	8,3 - 12,7
<i>T. glomerata</i>	7,8 - 8,15	1000 - 1240	294 - 310	110	60 - 75	156 - 160	7,4- 7,5	22 - 27

Tableau n° 9 : VALEURS EXTREMES (maximale et minimale) DE QUELQUES PARAMETRES CHIMIQUES MESURES DANS LES BIOTOPES OU CROIT L'ESPECE ETUDIEE

(Cl⁻, SO₄⁻⁻, Ca⁺⁺, Na⁺, K⁺, Mg⁺⁺ calculés en mg/l ; Conductivité en mhos/cm/cm² à 20°C)

	O ₂ dissous	O ₂ % saturation	Alcali- nité *	Oxydabi- lité *	D.C.O. *	DBO ₅ *	MeS *	NH ⁴⁺ (1) *	NO ³⁻ *	NO ²⁻ *	PO ⁴⁺⁺⁺ *
<i>Chara vulgaris</i>	8,9-10,5	91-102	140-175	1,7-2,7	23 -35,6	1,7-6,1	5 -16,2	0,15-0,4	1,1 -1,3	0-0,03	0,05-1
<i>Chara vulg. longibracteata</i>	8,9-10,5	91-107	135-175	1,4-2,7	7,7-35,6	1,7-6,1	5 -16,2	0,01-0,4	0,08-1,3	0-0,03	0,02-0,1
<i>Chara vulg. papillata</i>	9,9-10,5	100-107	135-150	1,4-1,6	7,7-21,2	-	6,6- 9,4	0,01-0,02	0,08-0,25	0,01	0,02-0,06
<i>Chara globula- ris</i>	9,9-10,2	100-109	140-150	1,4-1,6	7,7	-	6,6- 9,4	0,02	0,08-0,25	0,01	0,05-0,06
<i>Tolypella glomerata</i>	8,9-10,5	91-102	140-175	1,7-2,7	23 -35,6	1,7-6,1	5 -16,2	0,15-0,4	1,1 -1,3	0-0,03	0,05-1

Tableau n° 10 - VALEURS EXTREMES (maximale et minimale) DE QUELQUES PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES (en particulier paramètres de pollution*) MESURES DANS DES BIOTOPES AQUATIQUES RECENTS : LAC D'ARBOUITS-CAPPEL ET ETANGS DES MARAIS DE L'EPAIX.
(les résultats exceptés O₂ % saturation sont donnés en mg/l)

(1) sous forme ionisée l'azote ammoniacal est relativement peu toxique, la toxicité de l'azote ammoniacal est directement liée à sa forme hydroxyde elle-même fonction du pH de l'eau.

Le tableau 9 fournit les valeurs maximale et minimale des mêmes données physico-chimiques mesurées dans les biotopes où croît l'espèce observée. Ces valeurs ne sont pas entièrement comparables, car elles n'ont pas toujours été effectuées dans les mêmes conditions (jours, heures notamment). Elles indiquent seulement les intervalles dans lesquels la croissance est possible.

Le tableau 10 indique les valeurs extrêmes (maximale et minimale) de quelques paramètres physico-chimiques (en particulier certains paramètres de pollution °) mesurés dans des biotopes aquatiques récents, non liés aux affaissements miniers : lac d'Armbouts-Cappel et étangs des Marais de l'Epaix.

3.1.1. *Chara vulgaris* L. (1)

Espèce monoïque, cosmopolite, très commune en Europe occidentale où elle fréquente surtout les milieux neufs ou souvent remaniés, alcalins (concentration en Ca^{++} : 14 à 118,2 mg/l). Les pH s'étalent de 7,4 à 8,9.

La tendance récente, surtout depuis la parution du traité de WOOD et IMAHORI (1964-1965), est de regrouper autour de *C. vulgaris* un certain nombre d'unités systématiques, longtemps considérées par les auteurs anciens comme des espèces distinctes. L'ensemble forme un complexe relativement homogène, mais polymorphe d'où sont difficiles à dissocier les formes de passage et certaines formes stationnelles dues à des conditions écologiques souvent déficientes (profondeur, luminosité, teneur en sels, concurrence végétale, etc...).

a) *Chara hispidula* A. Br.

Plante des eaux alcalines dont la répartition est principalement européenne, également signalée dans le Nord de l'Afrique et en Mauritanie. Récoltée dans un étang à Thivencelles (pH 7,4) et dans un bassin du campus de Villeneuve d'Ascq.

b) *Chara vulgaris* var. *longibracteata* (Kütz. in Reich.) H. et J. Gr.

La variété *longibracteata*, de morphologie très caractéristique, présente une grande stabilité dans ses biotopes alcalins (pH : 7,4 à 8,15 ; concentration en Ca^{++} : 14 à 176,4 mg/l). Subcosmopolite, nous l'avons trouvée dans les étangs de la vallée de la Sensée, les étangs d'affaissements du Nord (où elle était déjà signalée) et du Pas-de-Calais.

c) *Chara vulgaris* var. *crassicaulis* (Schl. ex A. Br.) Kütz.

Taxon de l'hémisphère Nord, peu fréquent en France, il est nouveau pour la région, mais nous l'avons récemment signalé dans les mares littorales de la Somme (GUERLESQUIN et WATTEZ, 1979). Il vit de préférence dans les eaux profondes et calcaires (concentration en Ca^{++} : 152 à 176 mg/l ; pH : 7,4 à 8,1). Nous l'avons récolté dans les étangs d'affaissements du Nord (Fresnes-sur-Escaut, Sabatier-Raismes).

d) *Chara contraria* A. Br. ex Kütz.

Espèce cosmopolite des milieux alcalins (pH 7,7-8,3). Sa répartition

(1) Pour la nomenclature, l'ensemble des caractères descriptifs et la bibliographie, il convient de se reporter aux ouvrages et travaux récents, particulièrement de CORILLION (1955, 1975), WOOD et IMAHORI (1964-1965).

est mal connue par suite de fréquentes confusions avec *Chara vulgaris* dont elle est parfois morphologiquement difficile à distinguer. Recueillie dans les étangs d'affaissements (Sabatier-Raismes, Mare à Goriaux).

e) *Chara demodata* A. Br.

Espèce caractérisée par la réduction notable, voire même la disparition totale des filaments corticants primaires et secondaires de l'axe et des phylloïdes, elle fréquente les milieux faiblement alcalins (pH : 7,4 à 7,6). Sa répartition, européen-africaine est mal précisée : Irlande, Danemark, Suisse, France, Italie, Maroc, Tunisie et région du Cap. MERIAUX l'a trouvée dans une vasque d'eau temporaire dans le marais d'Oisy-le-Verger (62). Elle n'était pas connue dans le nord de la France.

f) *Chara vulgaris* var. *papillata* Wallroth

Espèce des eaux relativement froides sur substratum sablonneux calcari-fère (pH : 7,5 à 8,15 ; concentration en Ca^{++} : 60 à 75 mg/l), croît dans les bassins du campus universitaire de Villeneuve d'Ascq, le lac d'Armbouts-Cappel et les plans d'eau des marais de l'Epaix. Sa répartition générale demeure imprécise : Grande-Bretagne, Italie, Maroc. Dans le Nord de la France, elle est connue à Ambleteuse (Pas-de-Calais, GUERLESQUIN, 1964) et dans la Somme (GUERLESQUIN et WATTEZ, 1973-1974).

3.1.2. *Chara hispida* L.

Espèce monoïque des biotopes relativement profonds et fortement alcalinisés (pH 8,9), répandue dans une grande partie de l'Europe et dans le Nord de l'Afrique. Trouvée dans un étang de vallée (Rumaucourt) et dans un étang d'affaissements (Mare à Goriaux).

3.1.3. *Chara polyacantha* A. Br.

Espèce monoïque forte, s'observe sur substratum calcaire, à pH relativement élevé. Répartie dans une grande partie de l'Europe centrale et occidentale, elle a été récoltée dans un étang de la vallée de la Sensée, à Ecourt-Saint-Quentin (62).

3.1.4. *Chara major* Vaillant

Espèce monoïque, robuste, de moyenne ou grande profondeur, peuple les eaux très fortement alcalines (concentration en Ca^{++} : 71 mg/l), à pH élevé (8,2). Son aire de répartition recouvre une grande partie de l'Europe, une partie de la Sibérie et de l'Afrique du Nord. Elle est présente dans les étangs d'affaissements (Mare à Goriaux) et dans la vallée de la Sensée (étang d'Ecourt Saint-Quentin, de Rumaucourt et d'Aubigny-au-Bac).

3.1.5. *Chara globularis* Thuill.

Espèce monoïque, plutôt grêle, des milieux subneutres à alcalins (pH 6,9 à 8,1), pouvant tolérer une certaine concentration en Ca^{++} (43 à 176,4 mg/l). Cosmopolite, elle se rencontre dans différents types de milieu : Thivencelles, Sabatier, Fresnes-sur-Escaut, bassins du campus de Villeneuve d'Ascq, plans

d'eau des Marais de l'Epaix (59), étang d'Ecourt-Saint-Quentin (62).

3.1.6. *Chara delicatula* Ag.

Taxon monoïque longtemps confondu avec le précédent auquel il s'apparente par sa morphologie et ses aptitudes écologiques (pH 7,4 à 8,1 ; concentration en Ca^{++} : 118 à 176 mg/l). Son aire de répartition est relativement cosmopolite. Signalé jadis par COZETTE (1904) à Croisilles (62), il existe dans des étangs d'affaissements à Fresnes-sur-Escaut et Raismes-Sabattier (59).

3.1.7. *Nitella flexilis* Ag.

Espèce monoïque, souvent robuste, des milieux acides ou neutres. Cosmopolite, elle croît dans le Grand Marais d'Ecourt-Saint-Quentin et le marais de Rumaucourt (62).

3.1.8. *Nitella tenuissima* (Desv.) Kütz.

Petite espèce monoïque, des eaux surtout calcaires et tourbeuses, elle peuple les bordures peu profondes des étangs. Subcosmopolite, sa répartition en France présente d'assez grandes lacunes ce qui la rend peu commune. Récoltée dans une vasque d'eau temporaire dans le Marais d'Oisy-le-Verger (62).

3.1.9. *Nitella mucronata* (A.Br.) Miquel

Espèce monoïque, assez grande, vit dans des biotopes variés et à toutes les profondeurs, sur divers substrats, dans des eaux acides à légèrement calcaires (pH 7,6 à 8,1 ; concentration en Ca^{++} : 42 à 72,1 mg/l). L'espèce est cosmopolite, mais sa répartition en France reste très inégale. Elle a été récoltée dans le grand étang d'Arleux (59).

3.1.10. *Nitella gracilis* (Sm.) Ag.

Espèce monoïque, plutôt grêle, s'observe le plus souvent à faible profondeur (fossés, ornières, vasques, mares) et sur les hauts fonds d'étangs, dans des eaux faiblement acides ou subneutres. L'aire générale est cosmopolite ; mais l'espèce reste disséminée sur une grande partie du territoire français. Rare, elle existe dans un chenal du Petit Marais d'Arleux (59).

3.1.11. *Tolypella glomerata* (Desv. in Lois.) Leonh.

Espèce monoïque, plutôt grêle. Précoce dans les milieux temporaires de faible profondeur, sa période de végétation peut se prolonger dans le Nord de la France jusqu'en Octobre (1978). Elle croît sur substratum calcaire, dans des eaux alcalines à alcalino-saumâtres, à pH assez élevé (pH : 7,8 à 8,15, mais seulement 6,3 en octobre 1978 ; concentration en Ca^{++} : 60 à 75 mg/l). Elle peuple les bordures vaso-sablonneuses de l'étang artificiel récent d'Armbouts-Cappel (59). Des sujets très jeunes, non fructifiés, appartenant à la section *obtusifolia* T.F.A. (*Tolypella* R.D.W.) ont été récoltés dans le diverticule du Grand Marais d'Ecourt-Saint-Quentin (62) en juin 1977. Il y a tout lieu de penser qu'il s'agit de *Tolypella glomerata*, car *T. nidifica*, autre espèce de la même section, ne fréquente pas exactement les mêmes biotopes et n'a d'ailleurs jamais encore été signalée dans la région.

	Etangs de la vallée de la Sensée	Etangs nés d' affaissements miniers	Milieus neufs
<i>Charatum vulgare</i>	+	+	+
<i>Charatum fragilis</i>	+	+	.
Grt à <i>Chara polyacantha</i>	+	.	.
<i>Nitelletum gracilis</i>	+	.	.
Grt à <i>Nitella flexilis</i> et <i>Chara</i> sp. pl.	+	.	.
<i>Tolypelletum glomeratae</i>	.	.	+
<i>Potametum lucentis</i>	+	+	.
<i>Potametum trichoidis</i>	+	+	.
<i>Najadetum marinae</i>	.	+	.
<i>Zannichellietum palustris</i>	+	+	+
<i>Potametum pectinati</i>	.	+	+
<i>Myriophyllo-Nupharetum</i>	+	+	+
<i>Ranunculetum aquatilis</i>	.	+	.
<i>Hottonietum palustris</i>	+	.	.
<i>Utricularietum australis</i>	.	+	.
<i>Callitrichetum stagnalis</i>	.	+	.
<i>Fontinalidetum antipyreticae</i>	+	.	.
<i>Ranunculetum baudotii</i>	.	.	+
<i>Scirpo-Phragmitetum</i>	.	.	+
<i>Scirpetum tabernaemontani</i>	.	.	+
Grt à <i>Eleocharis palustris</i>	.	.	+
Grt à <i>Alisma plantago-</i> <i>aquatica</i>	.	.	+
Grt à <i>Juncus bufonius</i>	.	(+)	+

Tableau n° 11 - REPARTITION DES ASSOCIATIONS DE CHARACEES ET DES GROUPEMENTS MIXTES CHARACEES-PHANEROGAMES CONNUS DANS LA DITION.

(+ = Groupement ou association présents ; (+) = Groupement présent, très appauvri)

Tableau n°12 : CHARETUM VULGARIS R. Corillion 1955

Numéro des relevés :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Classe de présence
Surface (en m ²) :	2	2	2	5	5	3	4	4	5	3	3	
Recouvrement (en %) :	100	50	100	100	100	100	100	90	100	100	70	
Profondeur (en m) :	0,15	0,10	0,30	0,40	0,20	0,05	0,05	0,20	0,05	0,02	0,05	
Nbre d'espèces :	2	5	7	4	6	6	6	7	5	6	4	
Esp. carac. d'ass. :												
<i>Chara vulgaris</i> L. var. <i>longibracteata</i> (Kütz. in Reich.) H. et J. Gr.	55	32	45	55	55	55	44	44	55	44		V ³⁵
<i>Chara vulgaris</i> L.			11								45	I ¹⁴
<i>Chara vulgaris</i> L. var. <i>papillata</i> Wallr.								12		23		I ¹²
Diff. de variantes :												
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warmt.				55	34							I ³⁵
<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. et Schlecht.			.		+2	12						I ⁺¹
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Mönkem.					+2	+						I ⁺
<i>Vaucheria dichotoma</i> DC.							45	11	55			II ¹⁵
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.								11	21	+		II ⁺¹
<i>Potamogeton pusillus</i> L.											22	+ ²
<i>Zarnichellia palustris</i> L.											12	+
Carac. d'alliance :												
(<i>Charion asperae</i>)												
<i>Chara vulgaris</i> L. var. <i>crassicaulis</i> (Schl. ex A. Br.) Kütz.			12				12					I ¹
<i>Chara contraria</i> A. Br. ex Kütz.			+2									+ ⁺
Esp. des unités sup. :												
(<i>Charetales hispidae</i> et <i>Charetea</i>)												
<i>Chara globularis</i> Thuill.		12	23				12	+				II ⁺²
<i>Chara delicatula</i> Ag.			12									
Espèces compagnes :												
<i>Potamogeton crispus</i> L.		12		22	+2				12			II ⁺²
<i>Ranunculus aquatilis</i> L.		22			+2		34			+		II ⁺³
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	+						r	+				I ^{r+}
<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) St John								23		+		I ⁺²
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop										+	+2	I ⁺
<i>Utricularia australis</i> R.Br			i									i ⁺
<i>Callitriche platycarpa</i> Kütz									i			i ⁺
<i>Lemna minor</i> L.		13				22						I ¹²
<i>Lemna trisulca</i> L.				+		34						I ⁺³
<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) ex Wimm.						+						I ⁺

Annexe du tableau :

- 1 - Localisation des relevés : n°1 : Etang c, Fresnes-sur-Escaut, 12/6/76 ; n°2 : Etang c du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 12/6/76 ; n°3 : Etang a du Bois Brûlé Nord, Raismes, 13/6/76 ; n°4 : Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 11/7/74 ; n°5 : Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 11/7/74 ; n°6 : Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 27/7/75 ; n°7 : Etang des Marais de l'Epaix, 10/6/1981 ; n°8 : Etang b, Fresnes-sur-Escaut, 12/6/76 ; n°9 : Etang b, Fresnes-sur-Escaut, 12/6/76 ; n°10 : Etang des Marais de l'Epaix, 10/6/1981 ; n°11 : Etang du Bois de l'Epinoy, Libercourt, 13/6/75.
- 2 - Espèces non mentionnées dans le tableau : n°1 : *Sparganium erectum* L. subsp. *erectum* : 12 ; *Ranunculus sceleratus* L. : + ; n°6 : *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. : +2 ; n°7 : *Sparganium erectum* L. (pl.) : 1-3 ; *Ranunculus sceleratus* L. : r ; *Rumex maritimus* L. : r ; n°8 : *Sparganium erectum* L. subsp. *erectum* 11 ; *Rumex hydrolapathum* Huds. : +° ; n°9 : *Alisma plantago-aquatica* L. : +.

Cette espèce subcosmopolite offre une répartition européenne et française très inégale.

3.2. Groupements mixtes à Phanérogames et Characées présents dans la dition

Dans des travaux récents, l'un de nous (MERIAUX, 1978, 1979) a décrit 21 associations et groupements mixtes de Phanérogames et Characées qui sont actuellement reconnus dans la dition et auxquels s'ajoutent deux autres groupements observés récemment (tableau 11).

3.2.1. Associations de Characées (1) :

a) *Charretum vulgaris* R. Corillion 1955 (tableau 12)

Présente dans les différents types de biotopes étudiés, cette association pionnière, commune en Europe occidentale, occupe les milieux neufs ou récemment remaniés, les fossés, les zones dénudées des marais alcalins et la strate inférieure de nombreuses associations phanérogamiques des étangs. Elle présente des variantes en fonction du substratum et de la composition des eaux.

b) *Charretum fragilis* R. Corillion 1955

L'association se rencontre seulement dans des étangs d'affaissements et carrières d'argile avec fond vaseux, dans des eaux relativement profondes, neutres ou alcalines et les étangs de la vallée de la Sensée où elle précède dans la succession dynamique des associations de Phanérogames riches en espèces.

c) Groupement à *Chara polyacantha* A. Br.

Ce groupement pionnier colonise les substrats mis à nu par le passage des barques dans le Grand Marais d'Ecourt-Saint-Quentin (62).

d) *Nitelletum gracilis* R. Corillion 1955

Cette association, ouverte, sur substratum humique en milieu acide, est peu fréquente. Elle existe d'une façon ponctuelle et atypique dans le Nord où elle semble en régression dans les étangs de vallée.

e) Groupement à *Nitella flexilis* et à *Chara* sp.pl. (*Nitelletum flexilis* R. Corillion 1955)

Ce groupement de grandes espèces de Characées se développe en eau profonde. Le plus souvent, *Nitella flexilis* est associé à *Chara globularis*, mais parfois d'autres Characées peuvent également être présentes. Rare dans le Nord, il se trouve à l'étang de Rumaucourt et au grand étang d'Ecourt-Saint-Quentin (62).

(1) Pour l'étude détaillée des groupements et associations, nous nous sommes reportés aux travaux de CORILLION (1955, p. 286-418), MERIAUX (1978, p. 91-135; 1979) et à l'étranger de KRAUSCH (1964, p. 159-171), WESTHOFF et DEN HELD (1969, p. 48-49) et OBERDORFER (1977, p. 77-88).

Tableau n° 13 : *Potamogeton trichoides* (Fraitag, Markus et Schwippel 1958) R. Tuxen 1965

											Classe de présence	Coefficient de recouvrement			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Ensemble du tableau	s/ass. à Chara	s/ass. typique	s/ass. à Elodea
Nombre du relevé :	10	2	1	5	2	5	5	5	10	2					
Surface relevée en m ² :	100	90	80	100	100	100	70	100	100	80					
Recouvrement en % :	0,10	0,10	0,20	0,25	0,60	0,15	0,10	0,40	0,60	0,60					
Profondeur en m :	5	3	5	5	5	7	5	12	11	5					
Nombre d'espèces :															
Caractéristiques d'association :															
Hda <i>Potamogeton trichoides</i> Cham. et Schlecht.	44	33	45	33	55	45	35	34	33	35	v35	3000		3750	1750
Différentielles de sous-associations :															
Hda <i>Chara vulgaris</i> L. var. <i>longibracteata</i> (Kütz. in Reich) H. et J. Gr.	45	44	12	+2							II*4	1285	2141		
Hda <i>Leptodictyon riparium</i> (Hedw.) Vernst.		12	34	55	34						II*15	1635	2758		
Hda <i>Chara globularis</i> Thuill.						+					II*+	5	8		
Hdr <i>Elodea canadensis</i> Michx.						i		24	r	+	II*12	157	2		523
Hdr <i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.								34	22	22	II*23	675			2250
Hdr <i>Potamogeton friesii</i> Rupr.								23	22	22	II*2	450			1500
Caractéristiques d'alliance :															
(Potamion)															
Hdr <i>Potamogeton pusillus</i> L.								11	12		I*1	60			200
Hdr <i>Sagittaria palustris</i> L.				12							+1	30	50		
Espèces des unités supérieures :															
(Potamogeton et Potamogeton)															
Hda <i>Ceratophyllum demersum</i> L.					33	+	12	23	22	22	III*3	860	667	300	1500
Hdr <i>Potamogeton crispus</i> L.						33	33	+	+		III*3	910	875	3750	33
Hdr <i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	23										III*2	181	302		
Hdr <i>Callitriche platycarpa</i> Kütz.	i	21	11						+	23	II*2	160	8		517
Hdr <i>Ranunculus aquatilis</i> L.						+	i				I*+	6	8	10	
Hdr <i>Najas sarrus-ranus</i> L.								r	+		I*+	6			10
Hdr <i>Potamogeton natans</i> L.									+		+*	5			8
Espèces compagnes :															
Hda <i>Lemna minor</i> L.	r	i	r				12	13	+2	r	IV*1	309	55	300	10
Hda <i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Hork. ex Wilm.					24						2	150	250		
Hda <i>Lemna trisulca</i> L.					13						I*1	30	50		
Hda <i>Enteromorpha intestinalis</i> (L.) Link.									+2		+*	5			8
Hda <i>Ulothrix zonata</i> Kütz.										44	+*	625			1104

Annexe du tableau :

- Localisation des relevés : Rel. n° 1 : Etang c du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 12/6/76 ; n° 2 : Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 12/6/76 ; n° 3 : Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 12/6/76 ; n° 4 : Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 11/7/74 ; n° 5 : Etang a de la fosse St-Pierre, Thivencelles, 15/5/76 ; n° 6 : Etang c du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 12/6/76 ; n° 7 : Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles, 12/6/76 ; n° 8 : Petit Béquereil, Ecourt-St-Quentin, 24/6/76 ; n° 9 : Petit Béquereil, Ecourt-St-Quentin, 24/6/76 ; n° 10 : Petit Béquereil, Ecourt-St-Quentin, 24/6/76.
- Espèces non mentionnées dans le tableau : Rel. n° 1 : *Alisma plantago-aquatica* L. : i, *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. : i⁺ ; n° 2 : *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. : 12, *Alisma plantago-aquatica* L. : n° 3 : *Oenanthe aquatica* (L.) Poir. : +2⁺ ; n° 4 : *Lysimachia nummularia* L. : 12 ; n° 5 : *Sparganium angustatum* Rahm. : r.

f) *Tolypelletum glomeratae* R. Corillion 1955

C'est une association printanière ouverte des faibles profondeurs à assèchement estival sur substratum calcarifère ou sablonneux calcarifère.

MERIAUX (1979, p. 712) rapporte à cette association, les végétations observées au lac d'Armbouts-Cappel. Le fait de noter la présence de *Chara vulgaris* dans quelques relevés incite à la rapprocher également de l'association décrite par R. CORILLION (1955, p.375), le *Charato-Tolypelletum glomeratae* des eaux douces calcaires pouvant tolérer une faible concentration en chlorures (de 100 à 300 mg/l), association plutôt tardive ne réalisant son optimum qu'à la fin du printemps et en été. Elle peuple les bordures d'étangs calcaires, les lagunes littorales, les mares sur fond sablonneux-calcarifère.

A Armbouts-Cappel, elle est encore visible en octobre 1978.

3.2.2. Groupements mixtes à Characées et Phanérogames (3)

a) *Potametum lucentis* Hueck 1931

Elle est présente à la Mare à Goriaux et dans les étangs de la vallée de la Sensée. A la strate inférieure de l'association peuvent se développer *Ch. major* et *Cladophora glomerata* sur fond sablonneux, couvert d'une mince couche de vase en milieu alcalin.

b) *Potametum trichoidis* (Freitag, Markus et Schwi ppl 1958) R. Tüxen 1965 (tableau 13)

Cette association, peu commune, se rencontre surtout dans les excavations d'extraction de l'argile. Elle comprend assez fréquemment des Characées (*Chara vulgaris* et *Ch. globularis*) à la strate inférieure en période estivale.

c) *Najadetum marinae* (Libbert 1952) G. Lang 1967

Observée seulement dans l'ancien étang à Goriaux, cette association des milieux calcaires est peu fréquente, en raison de la rareté de l'espèce caractéristique.

d) *Zannichellietum palustris* (Baumann 1911) G. Lang 1967

L'association est présente dans les différents types de milieux étudiés, mais de façon irrégulière. Elle se développe sur fond vaseux à faible profondeur, dans les eaux alcalines, fortement minéralisées et parfois polluées, mais aussi dans les eaux alcalino-saumâtres (zone littorale de la baie de Somme : GUERLESQUIN et WATTEZ, 1979).

Elle héberge *Chara vulgaris* et dans les biotopes favorables *Tolypella glomerata* (Armbouts-Cappel).

e) *Potametum pectinati* Carstensen 1955

C'est une association des eaux profondes sur substratum sablonneux-vaseux souvent remanié, ce qui favorise l'installation du *Chara vulgaris*.

Elle tolère des eaux minéralisées eutrophes, parfois salées (pannes du littoral de la Somme : GUERLESQUIN et WATTEZ, 1979). Elle est connue dans les étangs d'affaissements, les gravières des Marais de l'Epaix et le lac d'Armbouts-Cappel où elle héberge, outre *C. vulgaris*, *Tolypella glomerata*.

(3) Nomenclature et systématique in "Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines" (Pteridophytes et Spermatophytes) par De LANGHE et coll., 1978.

f) *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926

L'association, très commune dans les étangs de la vallée de la Sensée, existe sous forme de groupements très fragmentaires dans quelques étangs d'affaissements ainsi qu'à Armbouts-Cappel. Diverses Characées s'y développent régulièrement : *Chara hispida* ou *C. major* (Mare à Goriaux), *Nitella gracilis* (Arleux), *Chara vulgaris* et *Tolypella glomerata* (Armbouts-Cappel).

g) *Ranunculetum aquatilis* Sauer 1947

Il est présent seulement dans quelques étangs d'affaissements et les gravières des Marais de l'Epaix où il abrite *Chara vulgaris* var. *longibractea* et, plus rarement, *C. vulgaris* var. *papillata* et *C. globularis*, sur fond particulièrement vaseux. Il diffère de l'association décrite par CORILLION (1955, p.431) pour la Mayenne.

h) *Hottonietum palustris* R. Tüxen 1937

Cette association se développe préférentiellement dans les secteurs ombragés, à l'abri des peupleraies, là où les eaux sont peu profondes et enrichies en débris organiques : Grand Marais d'Ecourt-Saint-Quentin et Marais de Rumaucourt (62).

i) *Utricularietum australis* Müller et Görs 1960

Il peuple les eaux peu profondes, bien abritées de quelques étangs d'affaissements. *Chara globularis* y est parfois présent dans les eaux minéralisées (calciques et magnésiennes), sur fond de vase riche en débris végétaux.

j) *Callitrichetum stagnalis* Segal 1965

Il occupe les eaux peu profondes, limpides, stagnantes ou peu courantes, sur fond vaseux. *Chara vulgaris* peut y prendre place.

k) *Fontinalidetum antipyreticae* (Kaiser 1926) Gams 1927

Chara globularis s'y développe dans les secteurs envasés, en milieu légèrement rhéophile. L'association diffère des végétations à *Fontinalis antipyretica* décrite par CORILLION (1955, p. 342) dans le N.-O. de la France. Seules deux espèces sont communes, *Fontinalis antipyretica* et *Chara globularis*.

l) *Ranunculetum baudotii* Braun-Blanquet 1952

Il se développe dans les endroits calmes du lac d'Armbouts-Cappel dans des eaux parfois profondes, mais enrichies en chlorure de sodium par apports de la nappe phréatique saumâtre. *Tolypella glomerata* s'y trouve sur les fonds vaseux remaniés, dans les zones moins profondes.

m) *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926

Il existe dans des eaux agitées en permanence, mais reste très appauvri à Armbouts-Cappel. Il correspondrait aux végétations du *Phragmitetum* observées par CORILLION (1955, p. 336-337) dans le N.-O., mais la flore des Charophytes y est plus variée que dans le Nord.

n) *Scirpetum tabernaemontani* Passarge 1964

C'est une association des lagunes littorales aux eaux subsaumâtres à saumâtres. CORILLION (1955, p. 336) décrit un groupement à *Scirpus tabernaemontani* Gmel. dans les biotopes littoraux alcalino-saumâtres du Finistère dont la composition est légèrement différente.

o) Groupement à *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult.

Il occupe les marges du lac d'Armbouts-Cappel. Sa composition floristique, dans un milieu alcalin riche en nitrates et en matières organiques, diffère de celle des bordures littorales à Amphiphytes, tel que l'*Heleocharetum palustris* observé par CORILLION (1955, p. 343) dans le Massif armoricain, la Dombes et la Gironde.

p) Groupement à *Alisma plantago-aquatica* L.

Il est considéré comme pionnier des *Phragmitetea*. *Tolypella glomerata* y est présent à Armbouts-Cappel et *Chara vulgaris* dans l'étang du Bois de l'Épinoy.

q) Groupement à *Juncus bufonius* L.

Il existe dans quelques étangs d'affaissements (sans que soit notée la présence de Characées) où il couvre en période d'étiage les rives exon-dées. A Armbouts-Cappel, le groupement est très appauvri puisque seules deux espèces, *Juncus bufonius* et *Tolypella glomerata*, y prospèrent sur les vases molles au niveau de l'étiage.

Deux de ces associations, le *Tolypelletum glomeratae* et le *Charetum vulgaris* ont été décrits récemment par GUERLESQUIN et WATTEZ (1979) dans les Bas-Champs de Cayeux-Onival (Somme). Ces auteurs ont également mis en évidence dans les biotopes aquatiques du littoral de la Somme le *Charetum asperae* R. Corillion 1955, le *Charetum caescentis* R. Corillion 1955 et le *Chareto-Tolypelletum glomeratae* R. Corillion 1955. Les deux premiers de ces groupements ne sont pas connus actuellement dans la dition.

Le tableau 11 présente la répartition des 23 associations de Characées et groupements mixtes Phanérogames-Characées entre les différents types de milieux répertoriés dans la dition. Trois associations sont présentes dans l'ensemble des milieux tandis que 14 semblent spécifiques à l'un des types.

A l'exception du *Nitelletum gracilis* acidophile, les associations et groupements observés, typiques des milieux alcalins sur substratum calcaire et fond de vase plus ou moins épaisse, révèle une certaine uniformité des biotopes et explique la faible diversité des espèces de Characées observées sur d'aussi importantes superficies aquatiques. Les différences observées dépendent notamment de la limpidité et de la profondeur des eaux, donc de leur permanence, de leur pollution ancienne ou récente plus ou moins importante, de leur teneur parfois élevée en matières organiques.

* * *

L'étude des milieux aquatiques de cette région mériterait d'être poursuivie, notamment celle des Characées qui n'ont pas été toutes revues. Si l'on se base sur les publications antérieures, une vingtaine d'espèces ont été recensées dans le Nord et le Pas-de-Calais, huit manquent encore, sans d'ailleurs préjuger de la possible découverte de taxons nouveaux.

BIBLIOGRAPHIE

- CORILLION, R., 1955. - Les Charophycées de France et d'Europe occidentale (étude systématique, écologique, phytosociologique et phytogéographique). Thèse Doctorat Etat Toulouse 1955, 499 p., 35 pl., 64 cartes. Réimpression Otto KOELTZ, Koenigstein/Taunus, R.F.A., 1972.
- CORILLION, R., 1975. - Flore et végétation du Massif armoricain, T.IV, flore des Charophytes (Characées) du Massif armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale, 216 p., XVI pl., 18 cartes, Jouve éd. Paris.
- COZETTE, P., 1904. - Catalogue des algues terrestres et d'eau douce du nord de la France. *C.R. Congrès Soc. Sav. 1903, Sci.*, p. 255-328.
- GODON, J., 1909. - Caractéristiques de la Flore du département du Nord. In "Lille et la région du Nord en 1909", Danel impr. Lille, p. 79-119.
- GUERLESQUIN, M., 1964. - Notes écologiques et chromosomiques sur les Charophycées récoltées pendant la 90ème session de la Société botanique de France. *Bull. Soc. Bot. France*, T.111, 90ème session extraordinaire, fasc. 2, p. 281-289, 2 cartes.
- GUERLESQUIN, M., WATTEZ, J.-R., 1973-1974. - Nouvelles observations charologiques dans le nord de la France. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, T. XXVI-XXVII, fasc. 1, p. 3-9.
- GUERLESQUIN, M., WATTEZ, J.-R., 1979. - Flore et groupements végétaux des milieux aquatiques sub-littoraux dans les Bas-champs de Cayeux-Onival (Somme): Phanérogames et Cryptogames. *Documents phytosociologiques, N.S.*, Vol. IV, p. 397-421, cartes, tabl.
- HECART, G., 1836. - *Florula Hannoniensis. Mém. Soc. agr. Sci. Arts Valenciennes*, n°2, p. 153-208.
- HY, F., 1913. - Les Characées de France. *Bull. Soc. Bot. France*, mém. 26, 47 p., 3 pl.
- HY, F., 1914. - Les Characées de France. Note additionnelle. *Bull. Soc. Bot. France*, T. 61, p.235-241.
- KRAUSCH, H.D., 1964. - Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes. I. Die Gesellschaften des offenen Wassers. *Limnologica*, T. 2, p. 145-203. Berlin.
- LANGHE, J.E., de, DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J., VANDEN BERGHEN, C., 1978. - Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). *Jardin bot. nat. Belgique*, Bruxelles, 899 p.
- MERIAUX, J.-L., 1978. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du nord de la France (vallée de la Sensée et bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). (Thèse 3ème cycle, 1977, Metz). *Documents phytosociologiques, N.S.* III, p. 1-244, XXV tabl., 13 schémas, 5 transects, 7 photos, 13 cartes.
- MERIAUX, J.-L., 1979. - Bilan phyto-écologique à des fins d'aménagement d'un étang nouvellement créé : l'exemple d'Armbouts-Cappel (Nord). *Documents phytosociologiques, N.S.* IV, p. 707-729, cartes, tabl.
- OBERDORFER, E., 1977. - *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. 2ème éd., T. 10, 311 p., 75 tabl., bibl., G. Fischer, éd., Stuttgart.
- SCHODDUYN, R., 1909. - Contribution à l'étude biologique de la Colme (Nord). *C.R. Congrès A.F.A.S., Lille*, 5 p.
- SCHODDUYN, R., 1925. - Matériaux pour servir à l'étude biologique des cours d'eau de la Flandre française : wateringues, fossés, watergangs, grachts. *Ann. biol. lacustre*, 1925, T. XIV, fasc. 3-4, p. 285-350.

WESTHOFF, V., DEN HELD, A.J., 1969. - Planten Gemeenschappen in Nederland. 324 p. B.V.W.I. Thieme et Cie, Zutphen.

WOOD, R.D., IMAHORI, K., 1964-1965. - A revision of the *Characeae*. T.1 : Monograph of the *Characeae*, 1965, 904 p., 11 tabl., Fig., bibl. (60 p.). - T. 2 : Iconograph of the *Characeae*, 1964, 394 pl. J. Cramer éd., Weinheim.

DISCUSSION

- J.-C. FELZINES. - Dans le Centre de la France, le *Potamogetum trichoidis* est accompagné de *Nitella syncarpa* et *Nitella flexilis* et l'ensemble se trouve dans les eaux mésotrophes.
- R. CARBIENER. - Quelle est à votre avis la valeur indicatrice des Characeae et de leurs associations vis-à-vis de l'eutrophisation ou de la pollution organique des eaux ?
- M. GUERLESQUIN. - *Chara vulgaris* a des aptitudes écologiques assez larges. Les Characées sont de bons indicateurs biologiques et préfèrent les eaux à forte teneur en oxygène ; elles tolèrent une certaine minéralisation progressive et disparaissent par de brusques changements. La présence de *Ch. vulgaris* dans des groupements où sont présents *Zannichellia palustris* et *Enteromorpha* n'est pas très fréquente. Dans ces biotopes, probablement *Chara vulgaris* ne pourra se maintenir longtemps si l'eutrophisation persiste ou augmente.

UNE STATION A CERATOPHYLLUM SUBMERSUM L. A MORLAY (SOMME)

par J.-M. GEHU⁽¹⁾ et J.-L. MERIAUX⁽²⁾

Ceratophyllum submersum (Cornifle submergé) est une espèce très rare qui apparaît fort peu dans les travaux anciens et récents de floristique régionale.

Il est signalé par HECART (1836) dans le Marais de Bourlain, Trith, (Nord), par GODON (1909) dans les "watergands" de la plaine maritime. Sa distribution présente est mal connue et reste à étudier. L'espèce semble cependant plus spécialement localisée dans les plaines arrière-littorales ; ainsi, en Belgique, VANHECKE (1976) en a-t-il indiqué plusieurs stations au niveau des polders du "District maritime".

La confusion avec *Ceratophyllum demersum*, espèce banale en notre région, est courante, aussi présenterons-nous quelques caractères morphologiques permettant de distinguer aisément et rapidement sur le terrain les deux taxa. Ils sont empruntés à la "Flore des Iles britanniques de CLAPHAM et al. (1958) et à celle de Belgique, du Grand Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines de DE LANGHE et al. (1973).

Ceratophyllum submersum

- . plante vert clair
- . limbe des feuilles généralement bifurqué trois fois
- . plante peu épineuse

Ceratophyllum demersum

- . plante vert sombre
- . limbe des feuilles généralement bifurqué deux fois
- . plante épineuse à fortement épineuse

Outre ces caractères, des critères écologiques peuvent appuyer la distinction entre les deux espèces :

(1) Station de Phytosociologie, Hameau Hendries, 59270 Bailleul

(2) Institut Européen d'Ecologie, Cloître des Récollets, 57000 Metz

dans l'intérêt d'une meilleure connaissance de la flore régionale.

Bibliographie

- CLAPHAM et al. - 1958 - Flora of the British Isles.
University Press, 1591 p., Cambridge.
- DE LANGHE et al. - 1973 - Flore de Belgique, du Grand Duché de Luxembourg,
du Nord de la France et des régions voisines.
Ed. du Patrimoine du Jardin Bot. Nat. de Belgique, 821 p.,
Bruxelles.
- GODON J. - 1909 - Caractéristiques de la Flore du Département du Nord in Lille
et de la région du Nord en 1909.
Danel Imp., 79-119, Lille.
- HECART G. - 1836 - *Florula Harmoniensis*.
Mém. Soc. Agr. Sc. Arts Valenciennes, 2 : 153-208.
- VANHECKE L. - 1976 - Nieuwe gegevens over de verspreiding van enige wateren
moerasplanten in de maritima polders.
Dumortiera, 5 : 3-14, Meise.

(Manuscrit déposé le 26 Octobre 1978)

polders, mares des plaines
arrière-littorales

eaux eutrophes subsaumâtres à
saumâtres (Lac de Nieudsl,
Autriche - Mériaux, 1977, obs. inéd.)

mare, étangs, rivières

eaux méso-eutrophes à eutrophes
parfois très polluées et riches en
matières organiques. Grande amplitude
écologique, plante pouvant être consi-
dérée comme un bon indicateur de la
teneur en matières organiques et en
bases.

Nous avons relevé *Ceratophyllum submersum*, au printemps 1978, dans une mare prairiale de la plaine maritime picarde à Morlay, à proximité de la baie de Somme (IFFB : H 22 56). Le groupement déterminé par cette Cératophyllacée occupe le centre de la mare, il s'apparente au *Ceratophyllum submersi* Den Hartog et Segal 1964. Il est ceinturé d'une auréole de végétation dominée par *Ranunculus trichophyllus* et se rattachant au *Ranunculetum aquatilis* Géhu 1961.

Nous avons effectué dans le biotope les relevés suivants :

Numéro du relevé	1	2
Surface en m ²	4	2
Recouvrement en %	100	95
Profondeur en m	1,20	1
conductivité en mhos/cm/cm ² ramenée à 20°Cn mesurée à 0,10 m	525	511
pH	9	9,5
Salinité en g %.	0,05	0,05
<u>Espèces des Potamogetea</u>		
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	55	
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix	+2	55
<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall	+	12
<u>Espèces compagnes</u>		
<i>Lemna minor</i> L.	22	11
<i>Lemna trisulca</i> L.	+2	
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz	34	11

1 - Groupement à *Ceratophyllum submersum* L.

2 - *Ranunculetum aquatilis* Géhu 1961

Il est vraisemblable que le Cornifle submergé existe en d'autres points de notre territoire. Ces stations sont à rechercher

DISTRIBUTION ET CARACTERES PHYTOSOCIOLOGIQUES DES RENONCULES
DU SOUS-GENRE BATRACHIUM DANS LE
NORD DE LA FRANCE

par J.-M. GEHU et J.-L. MERIAUX

Laboratoire de Botanique
Faculté de Pharmacie
59045 LILLE

RESUME

Les auteurs indiquent à l'aide de cartes grilles (type IFFB) la distribution géographique des Renoncules aquatiques dans le nord de la France.

Ils précisent les caractères phytosociologiques des différentes espèces en insistant sur *Ranunculus aquatilis*, *R. baudotii* et *R. peltatus*.

SUMMARY

The authors show with gridded map (type IFFB) the geographical distribution of the aquatic subgenus *Batrachium* in Northern France.

They give the phytosociological characters of the different species emphasizing on *Ranunculus aquatilis*, *R. baudotii* and *R. peltatus*.

La détermination des différentes espèces du sous-genre *Batrachium* n'est pas sans poser de problèmes. Ces plantes possèdent en effet une grande plasticité morphologique (longueur de la tige, longueur des feuilles, grandeur des fleurs, des pétales...) suivant les conditions changeantes des biotopes (profondeur de l'eau, vitesse du courant, baisse plus ou moins rapide des eaux, pouvant aller jusque l'émersion complète du substrat). D'un point de vue phytosociologique, leur détermination exacte est d'autant plus importante que ces espèces constituent souvent l'essentiel de la biomasse de groupements présents dans de nombreux biotopes (mares prairiales, rivières, ruisseaux).

Le problème se pose en particulier pour le couple *Ranunculus aquatilis* et *R. peltatus*, souvent confondus. Pendant de nombreuses années ces deux taxons ne furent d'ailleurs pas séparés au niveau spécifique, *R. peltatus* étant considéré comme simple variété de *R. aquatilis* L. (*R. aquatilis* L. var. *peltatus* Schrank).

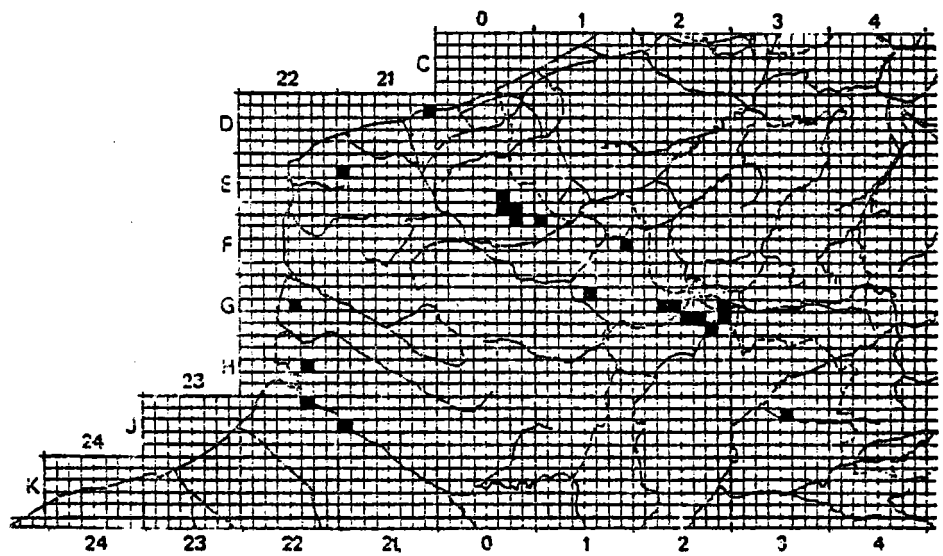
Cependant en 1966, COOK utilisant des critères morphologiques et caryologiques a montré que ces deux taxons devaient être distingués au rang d'espèces : *Ranunculus peltatus* Schrank et *Ranunculus aquatilis* L.

Sur ce problème taxonomique vient se greffer celui de la différenciation des associations auxquelles ces espèces participent.

I - DISTRIBUTION DES ESPECES DU SOUS-GENRE *BATRACHIUM* DANS LE NORD DE LA FRANCE

Le territoire prospecté comprend les départements du Nord, du Pas-de-Calais, la plus grande partie du département de la Somme, le nord du département de l'Aisne et la frange occidentale du département des Ardennes. Les spécimens récoltés ont été revus par COOK (1). Le type de distribution de chaque espèce suit la nomenclature des districts phytogéographiques de la Belgique et du nord de la France selon DE LANGHE et al. (1978). Ce qui rend possible la comparaison avec les données exposées par DELVOSALLE, DUVIGNEAUD et LAWALREE (1970) dans leur étude de la distribution des Renoncules de Belgique.

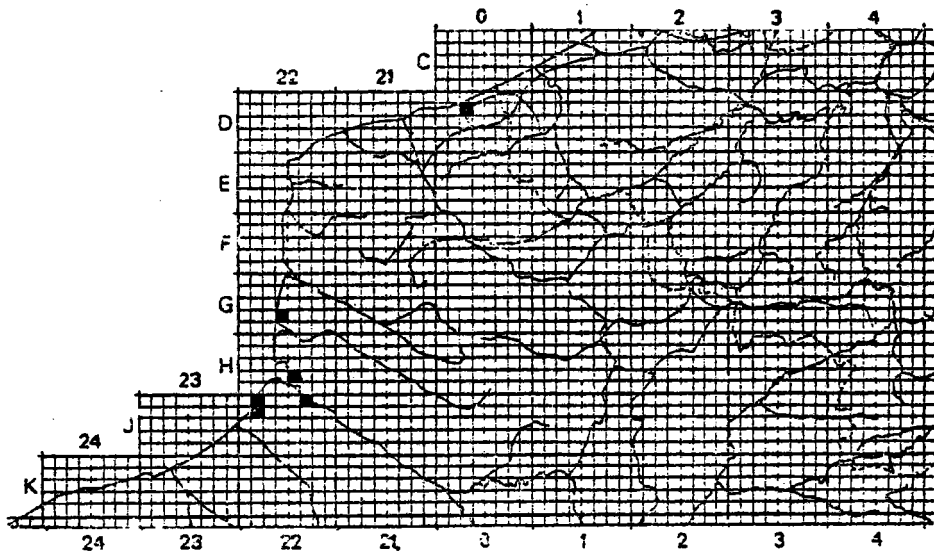
1. *RANUNCULUS AQUATILIS* L. (carte n°1)



(1) Nous remercions vivement le Prof. Dr. COOK qui a bien voulu vérifier ou compléter la détermination de nos échantillons.

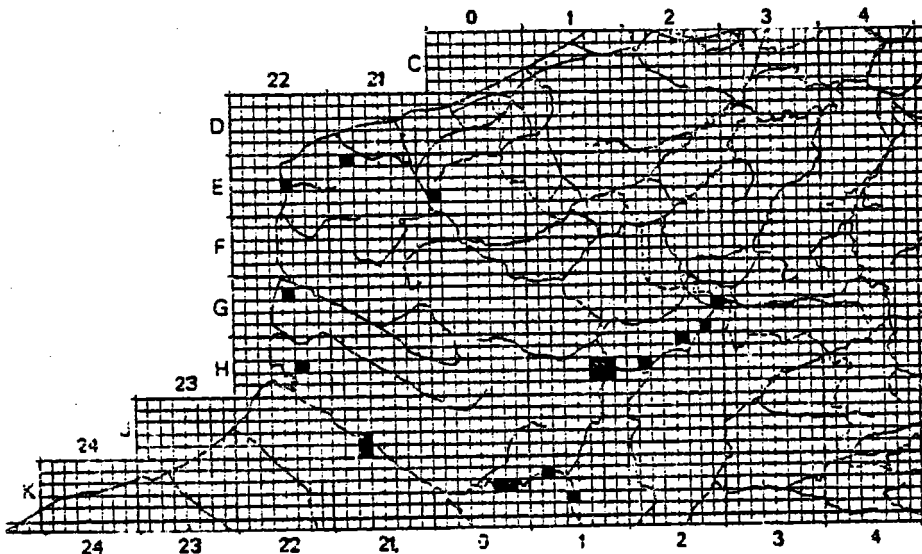
Il est répandu dans les districts brabançon et flandrien, et à un degré moindre dans les districts picard et maritime méridional. Il colonise les eaux calmes souvent très minéralisées, voire polluées.

2. *RANUNCULUS BAUDOTII* Godron (carte n°2)



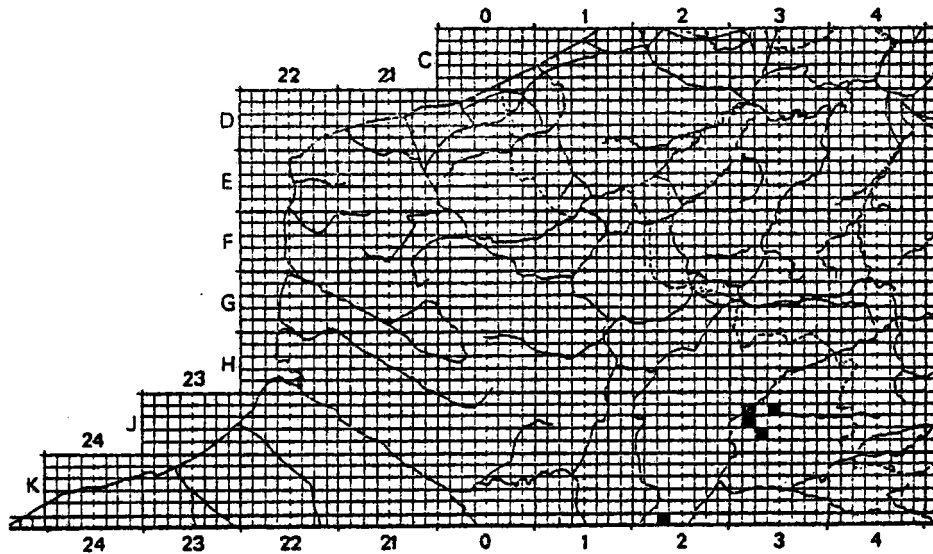
Cette espèce, très rare, est strictement inféodée aux districts maritime septentrional et méridional où elle se développe dans les eaux saumâtres ou subsaumâtres.

3. *RANUNCULUS CIRCINATUS* Sibth. (carte n°3)



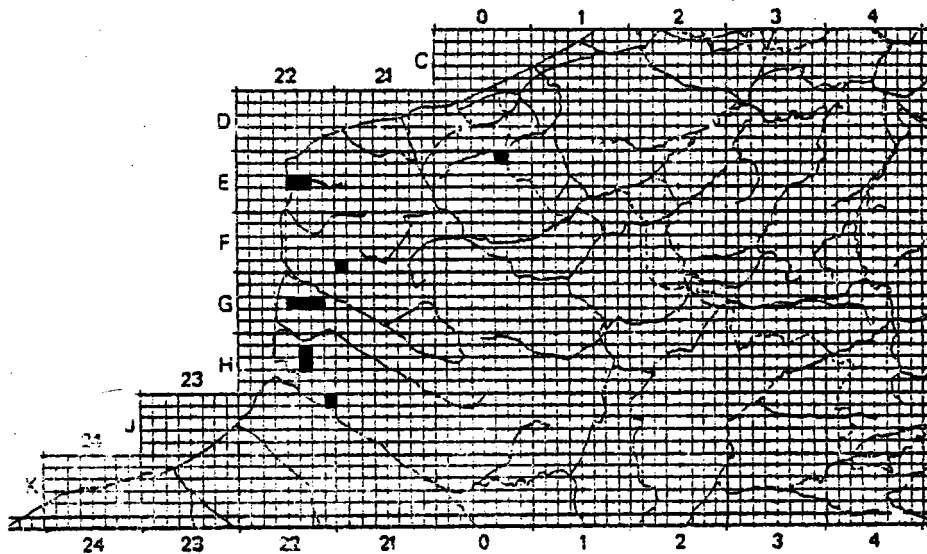
Il est abondant dans les districts brabançon et maritime méridional, et également fréquent dans les districts picard et maritime septentrional.

4. *RANUNCULUS FLUITANS* Lamk (carte n°4)



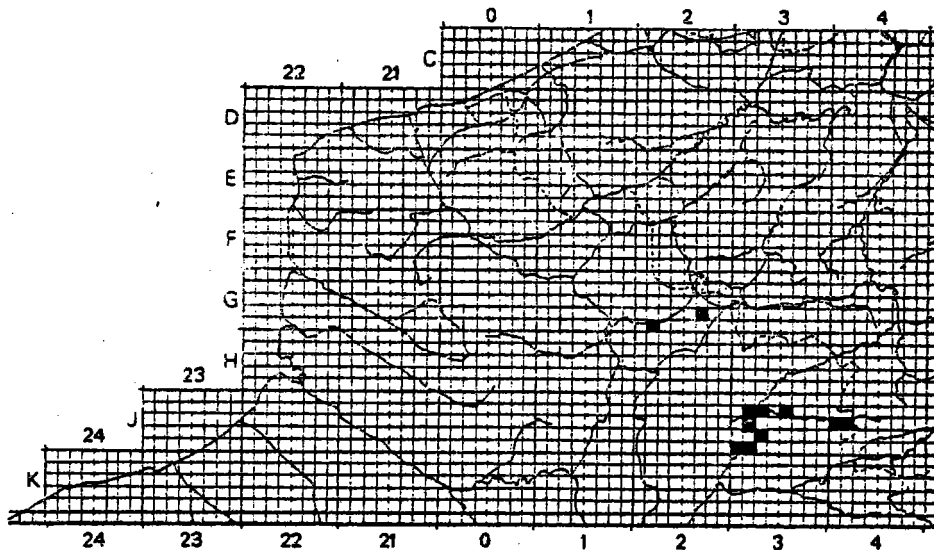
Cette espèce médio-européenne appartient au district mosan et aux franges septentrionales et méridionales du district brabançon. Elle est certainement très rare dans l'Avesnois où sa présence devra être reconfirmée, les seules données dont nous disposons datant de plus de 20 ans.

5. *RANUNCULUS HEDERACEUS* L. (carte n°5)



Ce *Batrachium* est inféodé au district maritime méridional où il se localise dans les ruisselets et les bourbiers (exception : bois de St Acaire).

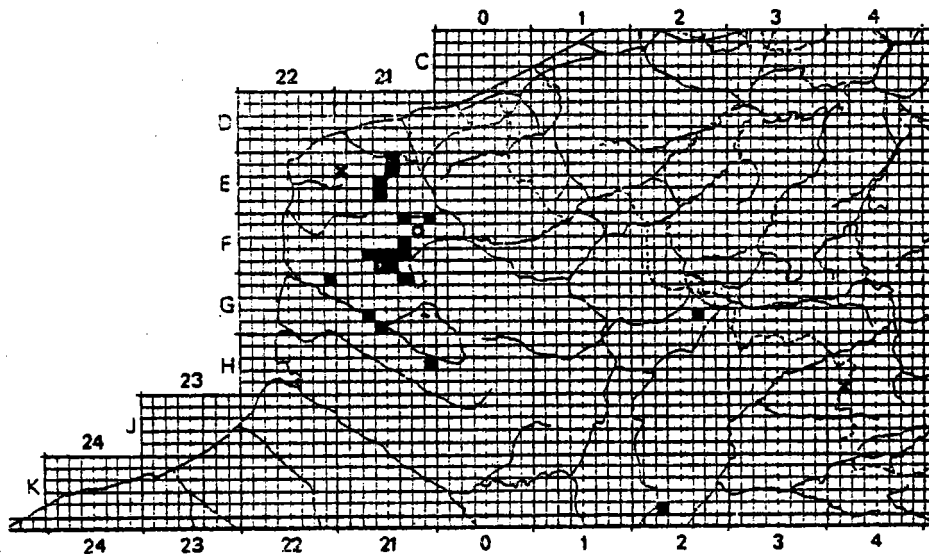
6. *RANUNCULUS PELTATUS* Schrank (carte n°6)



C'est une espèce de l'est de la région, liée au secteur méridional du district brabançon, aux districts mosan et ardennais (mais aussi lorrain).

Elle se développe dans les collections d'eau calme, peu profonde et généralement beaucoup moins minéralisée que pour *Ranunculus aquatilis*.

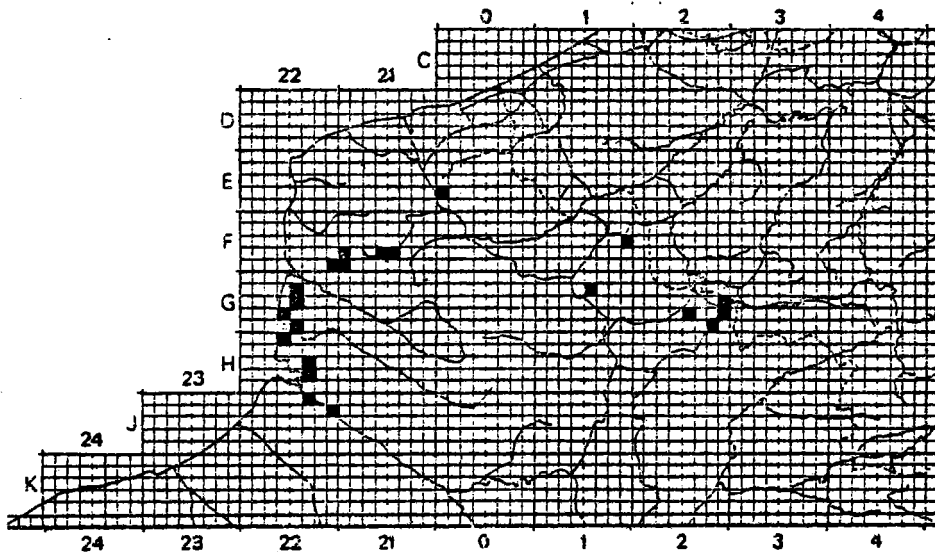
7. *RANUNCULUS PENICILLATUS* (Dumortier) Babington (carte n°7)



- var. *calcareus*
- x var. *penicillatus*
- o présence simultanée des 2 variétés

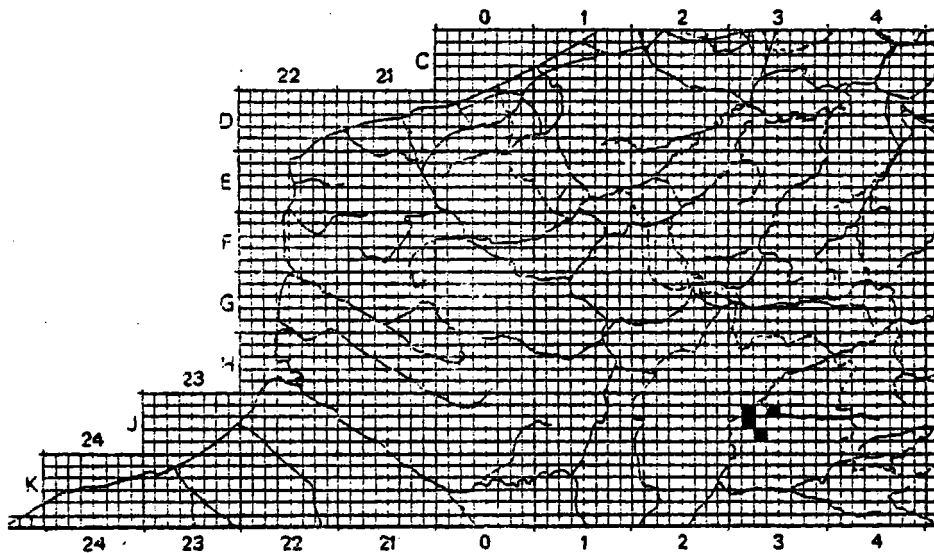
Cette Renoncule aquatique est abondante dans les districts picard et brabançon (secteur occidental Artois), elle existe en limite du district mosan, et a été relevée en un point du district ardennais. Elle a souvent été confondue avec *Ranunculus fluitans* et *R. trichophyllus* (forme des eaux courantes). Elle est liée aux eaux vives (généralement riches en calcaire var. *calcareus*).

8. *RANUNCULUS TRICHOPHYLLUS* Chaix in Villars (carte n°8)



Cette espèce se localise dans les districts maritime et brabançon (secteur méridional).

9. *RANUNCULUS TRIPARTITUS* DC. (carte n°9)



Cette Renoncule a été identifiée dans les limites méridionales du district brabançon. Elle est, comme *Ranunculus fluitans*, très rare dans l'Avesnois où sa présence devra être aussi reconfirmée, les seules données que nous possédons datant de 1957 et de 1958.

Toutes les espèces citées sont présentes en Belgique exceptée *Ranunculus tripartitus* qui aurait disparu totalement de ce pays alors que la rare *Ranunculus ololeucos* présente en quelques localités de Belgique n'a pas été rencontrée lors de nos investigations.

Lors des déterminations plusieurs hybrides ont pu être décelés.

1) Hybrides déterminés par COOK

Ranunculus baudotii x *R. ? trichophyllus*
x *R. ? aquatilis*

Le Crotoy (80) - H22 45, mare prairiale, 31 mai 1978 (MERIAUX et GEHU)

Ranunculus peltatus ?
x *R. fluitans*
x *R. penicillatus*

Eppe sauvage (59) - J4 32, Val Joly, 8 mai 1977 (MERIAUX)

? *Ranunculus trichophyllus* x ? *R. fluitans*
x ? *R. penicillatus*

Ovillers (59) - J2 15, Le Béart, 18 mai 1977 (MERIAUX)

2) Hybrides déterminés par GEHU et MERIAUX

Ranunculus penicillatus x *R. ? trichophyllus*

St Vaast (62) - G21 43, la Canche, 17 octobre 1979 (MERIAUX)

Ranunculus fluitans x *R. penicillatus*

Rouvroy (02) K3 53, bras de la Somme, 22 juillet 1980 (MERIAUX)

II - CARACTERES PHYTOSOCIOLOGIQUES DES ESPECES RELEVÉES

L'étude détaillée des phytocoenoses à *Ranunculus aquatilis*, *R. peltatus* et *R. baudotii* réalisée dans les régions Nord-Picardie doit être présentée au Colloque phytosociologique de Lille 1981 axé sur : "Les végétations aquatiques et subaquatiques".

Cette étude a permis la distinction des caractères phytosociologiques de ces trois espèces a contribué à élucider le problème de la synonymie entre le *Ranunculetum aquatilis* et le *Ranunculetum peltati*, synonymie adoptée par de nombreux auteurs (WEBER-OLDECOP 1969, WESTHOFF et DEN HELD 1969, OBERDORFER 1977, POTT 1980) et réfutée par d'autres (HILBIG 1970, RUNGE 1973, MERIAUX 1977).

L'examen du tableau synthétique de présence du *Ranunculetum aquatilis*, du *Ranunculetum peltati* et du *Ranunculetum baudotii* (tableau n°1) relève un certain nombre de similitudes floristiques entre le *Ranunculetum aquatilis* et le *Ranunculetum peltati*. Des similitudes s'expriment de même au niveau :

- des biotopes
- de la symphysionomie
- de la syndynamique
- de la faune associée

Pourtant les caractères synécologiques et chorologiques de ces 2 associations divergent. Le *Ranunculetum aquatilis* possédant une grande amplitude écologique et plus lié à des eaux fortement minéralisées paraît mieux résister aux pollutions non seulement organiques mais encore minérales et même toxiques. Cette comparaison conforte donc l'hypothèse de la séparation du *Ranunculetum aquatilis* et du *Ranunculetum peltati* en 2 associations distinctes, vicariantes écologiques et géographiques, la première à distribution plus atlantique-subatlantique, la seconde à répartition plus continentale. Quant au *Ranunculetum baudotii* il se substitue progressivement au *Ranunculetum aquatilis* dans les biotopes subsaumâtres à saumâtres du littoral (carte n°10).

Ses relations éventuelles vis-à-vis du *Ranunculetum peltati* seraient à étudier aux abords des sites salinifères continentaux (en Lorraine par exemple) où *Ranunculus baudotii* est fréquent.

La place phytosociologique de l'ensemble des espèces du sous-genre *Batrachium* identifiées dans la dition est également définie (tableau n°2). Plusieurs de ces Renoncules aquatiques apparaissent comme de bonnes caractéristiques d'aliases voire d'associations.

CONCLUSION

L'inventaire des espèces du sous-genre *Batrachium* mené dans le nord-ouest de la France a permis de mieux connaître leur distribution géographique et de distinguer nettement deux associations longtemps jugées synonymes : le *Ranunculetum aquatilis* et le *Ranunculetum peltati*, vicariantes géographiques et écologiques. Les études annexes conduites lors de cet inventaire ont contribué à définir :

- les liens existants entre le *Ranunculetum aquatilis* et le *Ranunculetum baudotii*, association^A substituant à la première dans les eaux subsaumâtres à saumâtres du littoral,

- les caractères phytosociologiques de l'ensemble des espèces identifiées dans la dition.

TABLEAU n°1 : RANUNCULETUM ZAUDOTII, RANUNCULETUM AQUATILIS, RANUNCULETUM PELTATI

	1	2	3
Caractéristiques d'associations :			
CA <i>Ranunculus baudotii</i>	v25		
<i>Ranunculus baudotii</i> $\left\{ \begin{array}{l} ? \\ ? \\ ? \end{array} \right.$ <i>R. aquatilis</i> <i>R. trichophyllus</i>	I ¹	+	
CA <i>Ranunculus aquatilis</i>		v25	
CA <i>Ranunculus peltatus</i>			v ⁺⁵
Différentielles de sous-association :			
<i>Callitriche platycarpa</i>	I ⁺ (?)	III ²⁴	IV ¹⁵
<i>Callitriche hamulata</i>		I ⁺³	I ²
Différentielles de variante :			
<i>Tolypella glomerata</i>	I ⁺		
<i>Vaucheria dichotoma</i>		I ⁴⁵	
<i>Chara vulgaris</i>		I ¹	
<i>Vaucheria geminata</i>		I ³	
<i>Chara globularis</i>		+2	
Espèces des Potamogetea :			
<i>Zarnichellia palustris</i>	II ¹	I ⁺¹	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	II ¹²	I ²	
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	I ¹	+2	
<i>Elodea canadensis</i>		I ⁺⁴	II ⁺²
<i>Callitriche obtusangula</i>		I ⁺¹	I ¹
<i>Potamogeton pusillus</i>	II ¹		
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>natans</i>	I ²		
<i>Bottonia palustris</i>		I ⁺¹	
<i>Utricularia australis</i>		+2	
<i>Potamogeton densus</i>		+2	
<i>Ranunculus penicillatus</i>		+2	
<i>Utricularia</i> sp.			+
Espèces des Ruppiaetea :			
<i>Ruppia cirrhosa</i>	III ⁺¹		
Autres espèces :			
<i>Agrostis stolonifera</i>	IV ²²	I ⁺²	II ⁺
<i>Oenanthe aquatica</i>	II ⁺⁴	I ⁺¹	I ²
<i>Spyrogyra</i> sp.	II ¹	I ⁺³	
<i>Galium palustre</i>	I	+	
<i>Lemna minor</i>		II ⁺³	II ⁺⁴
<i>Glyceria fluitans</i>		I ¹	II ⁺¹
<i>Rorippa amphibia</i>		I ⁺¹	II ⁺¹
<i>Glyceria declinata</i>		I ¹	I ⁺
<i>Ranunculus sceleratus</i>		I ⁺	I ¹
<i>Lemna trisulca</i>		+2	I ¹
<i>Drepanocladus aduncus</i>		I ⁺²	I ⁺
<i>Phragmites australis</i>	I ¹		
<i>Glyceria plicata</i>	I ⁺		
<i>Oenanthe laevis</i>	I ⁺		
<i>Eleocharis palustris</i>	I ⁺		
<i>Scirpus maritimus</i>	I ¹		
<i>Scirpus lacustris</i>	I ¹		
<i>Agropyron repens</i>	I ⁺		
<i>Rumex crispus</i>	I ⁺		
<i>Vaucheria</i> sp.	I		
<i>Juncus supinus</i>		I ⁺¹	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>		+1	
<i>Mentha aquatica</i>		+	
<i>Cicuta virosa</i>		+	
<i>Sium erectum</i>		+	
<i>Sparganium erectum</i> subsp. <i>erectum</i>		+	
<i>Ranunculus acer</i>		+	
<i>Equisetum palustre</i>		+	
<i>Zygnema</i> sp.		+4	
<i>Vaucheria</i> sp.		+3	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		+	
<i>Rasturtium officinale</i>		+2	
<i>Myosotis scorpioides</i>			
<i>Calliergonella cuspidata</i>			II ⁺¹
<i>Drepanocladus fluitans</i>			II ⁺
Nombre total d'espèces	23	39	19

TABLEAU n°2 : LES ESPECES DU SOUS-GENRE *BATRACHIUM* ET LEUR SIGNIFICATION SYN-
SYSTEMATIQUE

RANUNCULUS AQUATILIS L.

Caractéristique du *Ranunculetum aquatilis* Sauer (1945) 1947 (A₁)

RANUNCULUS BAUDOTII Godron

Caractéristique du *Ranunculetum baudotii* Braun-Blanquet 1952 (A₃)
et du *Callitricho-Ranunculetum baudotii* (Braun-Blanquet 1951)
em. Molinier et Tallon 1969
(=*Callitricho-Ranunculetum baudotii* (Braun-Blanquet 1951))

RANUNCULUS CIRCINATUS Sibth

Caractéristique des *Potametea*
Optimum dans le *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926 (A₁)

RANUNCULUS FLUITANS Lamk

Caractéristique du *Ranunculion fluitantis*
Optimum dans le *Ranunculo(fluitanti)-Sietum erecto-submersi* (Roll 1939) Th. Mulle
et le *Potamo-Ranunculetum fluitantis* W. Koch 1926 196

RANUNCULUS HEDERACEUS L.

Caractéristique du *Ranunculetum hederaceae* (R. Tüxen et Diemont 1936)
Libbert 1940 (A₄)

RANUNCULUS PELTATUS Schrank

Caractéristique du *Ranunculetum peltati* (Segal 1967)

fo. fluviatilis

différentielle du *Callitricho (hamulatae)-Myriophylletum alterniflori*
(Steusloff 1933) Weber-Oldecop 1967 (A₂)

RANUNCULUS PENICILLATUS (Dumortier) Babington et R. *PENICILLATUS* (Dumortier)
Babington var. *calcareus*

Caractéristique du *Ranunculion fluitantis*
Optimum dans le *Ranunculo(penicillati)-Sietum erecto-submersi* ass. nov.
et le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962

RANUNCULUS TRICHOPHYLLUS Chaix in Villars

Caractéristique des *Potametea*
Optimum dans les phytocoenoses du *Nymphaeion* et du *Callitricho-Batrachion*

fo. fluviatilis

Caractéristique du *Ranunculion fluitantis*
Optimum dans le *Ranunculo(penicillati)-Sietum erecto-submersi* ass. nov.
et le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962

RANUNCULUS TRIPARTITUS DC.

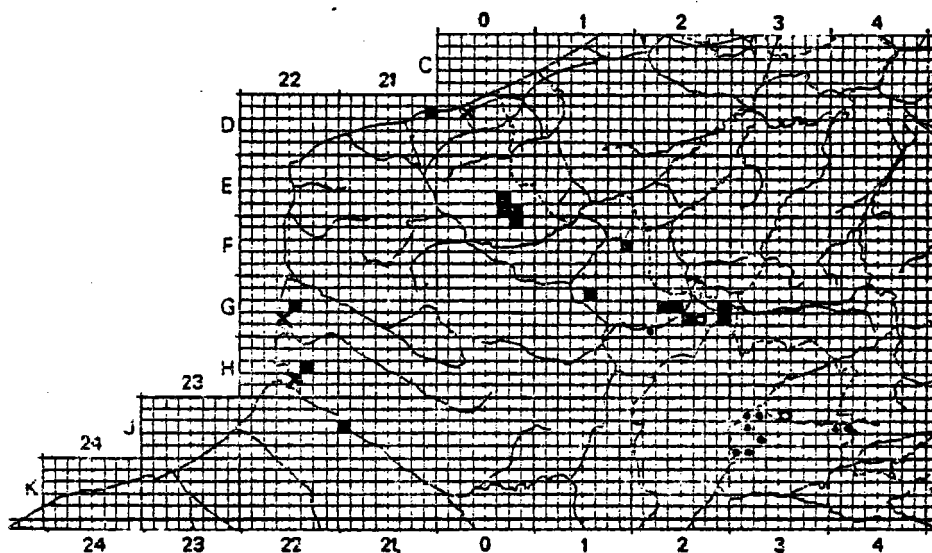
Caractéristique du *Ranunculetum peltati* (A₁)

A₁ - *Callitricho-Batrachion* Den Hartog et
Segal 1964 } *Potametea* R. Tüxen et
Preising 1942

A₂ - *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959

A₃ - *Ruppion maritimae* Braun-Blanquet 1931 *Ruppietea* J. Tüxen 1960

A₄ - *Cardamino-Montio* Braun-Blanquet 1925 *Montio-Cardaminetea*
Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943



Distribution du *RANUNCULETUM AQUATILIS*, du *RANUNCULETUM BAUDOTII* et du
RANUNCULETUM PELTATI dans le Nord de la France
(carte n° 10)

- *Ranunculetum aquatilis*
- x *Ranunculetum baudotii*
- *Ranunculetum peltati*
- o présence simultanée du *Ranunculetum aquatilis* et du *Ranunculetum peltati*

BIBLIOGRAPHIE

- COOK, C.D.K., 1966. - A Monography Study of *Ranunculus subgenus Batrachium* (DC.) A. Gray. *Mitteil Botan. Staatssamml.*, 6 : 47-237. München.
- DE LANGHE, J.E., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J. et C. VANDEN BERGHEN, 1978. - Nouvelle flore de Belgique, du Grand Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). Ed. *Patrim. Jard. bot. nat. de Belgique*, 821 pp. Bruxelles.
- DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J. et A. LAWALREE, 1970. - A propos de la détermination des Renoncules aquatiques et de leur distribution en Belgique. *Natura Mosana*, 23 : 5-22. Marchienne-au-Pont.
- HILBIG, W., 1970. - Die Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften im Naturschutzgebiete. "Untere" Mulde". *Natursch. u. naturkd. Heimatforsch. Bez.*, 7 : 66-81. Halle u. Magdeburg.
- MERIAUX, J.-L., 1977. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France. (vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais). Thèse Doct. 3ème cycle, Metz, 1977. *Doc. Phytos.*, N.S. III, 1978 : 1-244, Lille.
- OBERDORFER, E., 1977. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil. I, G. Fischer Verlag 311 pp.
- POTT, R., 1980. - Die Wasser- und Sumpfvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht- Pflanzensoziologische und Hydrochemische untersuchungen. *Abh. Landesmus. Naturk* 42(2) : 1-156. Münster.
- RUNGE, F., 1973. - Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. *Aschendorff Verlag*, 246 p. Munster.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1969. - Wasserpflanzengesellschaften im Östlichen Niedersachsen. *Diss. tech. Un.*, 172 p. Hannover.
- WESTHOFF, V. et A.J. DEN HELD, 1969. - Planten Gemeenschappen in Nederland. B.V.W.J., Thieme et Cie, 324 p. Zutphen.

Studies on Aquatic Vascular Plants

edited by

J. J. Symoens, S. S. Hooper and P. Compère

OFFPRINT



Brussels
1982

INVENTAIRE ET DISTRIBUTION DES ESPÈCES DES GENRES
CALLITRICHE, ELODEA ET RANUNCULUS
(SOUS-GENRE *BATRACHIUM*)
DANS LE NORD DE LA FRANCE

PAR

J.-L. MÉRIAUX (1)

SUMMARY. – *Check-list and distribution of species of the genera Callitriche, Elodea and Ranunculus (subgen. Batrachium) in the North of France.* – The list and distribution of species of the genera *Callitriche*, *Elodea* and *Ranunculus* are based on our field collections made from 1975 to 1980 and from the literature data subsequent to 1957; the presence of species was checked in the localities mentioned.

There are 7 species of the genus *Callitriche*: *Callitriche truncata* Guss. ssp. *occidentalis* (Rouy) Schotsman, *C. stagnalis* Scop., *C. obtusangula* Le Gall, *C. platycarpa* Kütz., *C. palustris* L., *C. hamulata* Kütz. ex Koch, *C. brutia* Petagna. Three species of *Elodea* exist in ponds and rivers of the region, *Elodea canadensis* Michaux, *E. nuttallii* (Planch.) St John and *E. ernstae* St John. The subgenus *Batrachium* is represented by nine species: *Ranunculus hederaceus* L., *R. tripartitus* DC., *R. baudotii* Godr., *R. peltatus* Schrank, *R. aquatilis* L., *R. trichophyllus* Chaix, *R. circinatus* Sibth., *R. fluitans* Lam. et *R. penicillatus* (Dum.) Bab.

This regional distribution is mapped using the network of the French-Belgian Floristic Institute (4 by 4 km squares).

Some species have a wide regional distribution: *Callitriche platycarpa*, *C. obtusangula*, *Elodea canadensis*, *Ranunculus circinatus*. Others have a more limited area, e.g. *Ranunculus baudotii* is only known in the maritime District, *Ranunculus aquatilis* and *R. penicillatus* have a subatlantic distribution and are replaced in the more continental districts by *Ranunculus peltatus* and *R. fluitans* respectively. *Callitriche palustris*, *C. truncata* ssp. *occidentalis*, *Elodea ernstae* are known in some localities only. Finally, *Elodea nuttallii*, neophyte from North America, appears to be rapidly spreading through the region.

RÉSUMÉ. – L'inventaire et la distribution des espèces des genres *Callitriche*, *Elodea* et *Ranunculus* sont établis à partir de nos prospections effectuées de 1975 à 1980 et des données de la littérature postérieures à 1957, la présence des espèces ayant été contrôlée dans les stations signalées.

Les espèces du genre *Callitriche* sont au nombre de 7: *Callitriche truncata* Guss. ssp. *occidentalis* (Rouy) Schotsman, *C. stagnalis* Scop., *C. obtusangula* Le Gall, *C. platycarpa* Kütz., *C. palustris* L., *C. hamulata* Kütz. ex Koch, *C. brutia* Petagna. Trois espèces d'Élodées se rencontrent

(1) Laboratoire de Botanique, Université des Sciences et Techniques de Lille, F-59655 Villeneuve d'Ascq (France); et Institut européen d'Écologie, rue des Récollets, F-57000 Metz (France).

dans les étangs, mares ou rivières de la région : *Elodea canadensis* Michaux, *E. nuttallii* (Planch.) St John et *E. ernstae* St John. Le sous-genre *Batrachium* est représenté par 9 espèces : *Ranunculus hederaceus* L., *R. tripartitus* DC., *R. baudotii* Godr., *R. peltatus* Schrank, *R. aquatilis* L., *R. trichophyllus* Chaix, *R. circinatus* Sibth, *R. fluitans* Lam. et *R. penicillatus* (Dum.) Bab.

Cette distribution régionale est précisée à l'aide des cartes utilisant le réseau de l'Institut floristique franco-belge (carrés de 4 sur 4 km).

Quelques espèces ont une large répartition régionale : *Callitriche platycarpa*, *C. obtusangula*, *Elodea canadensis*, *Ranunculus circinatus*. D'autres ont une aire plus restreinte : ainsi, *Ranunculus baudotii* est limité au district maritime, *R. aquatilis* et *R. penicillatus* ont une distribution subatlantique et sont relayés dans les secteurs plus continentaux respectivement par *Ranunculus peltatus* et *R. fluitans*. Certaines espèces, comme *Callitriche palustris*, *C. truncata* ssp. *occidentalis*, *Elodea ernstae*, sont connues uniquement en quelques localités. Enfin, *Elodea nuttallii*, néophyte originaire d'Amérique du Nord, apparaît en pleine extension dans la dition.

L'inventaire et la répartition des espèces des genres *Callitriche*, *Elodea* et *Ranunculus* sont l'objet de plusieurs études récentes ou en cours.

Dans celles-ci sont traitées pour chaque espèce inventoriée :

- leur distribution cartographiée (fonds de carte de l'Institut floristique franco-belge)
- leur écologie
- leur place phytocoenologique
- et parfois leur faune associée.

Aussi demanderons-nous au lecteur de se reporter aux publications suivantes déjà parues ou en cours de réalisation :

- GÉHU, J.-M. & MÉRIAUX, J.-L. - Distribution et caractères phytosociologiques des Renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. Fr.* (à paraître).
- GÉHU, J.-M. & MÉRIAUX, J.-L. - Distribution et synécologie des Renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Coll. Phytosoc.* 10. Les végétations aquatiques et subaquatiques (Lille, 1981) (à paraître).
- MÉRIAUX, J.-L., 1978. - Sur la présence d'*Elodea nuttallii* (Planch.) St John dans le département du Pas-de-Calais. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.* 30, Suppl. 11 : 2-3.
- MÉRIAUX, J.-L., 1979. - *Elodea nuttallii* (Planch.) St John, espèce nouvelle pour le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.* 32 : 30-32.
- MÉRIAUX, J.-L., 1979. - *Elodea ernstae* St John, espèce nouvelle pour la flore régionale (Nord de la France). *Doc. florist.* 2 : 55-60. St-Valéry-sur-Somme.
- MÉRIAUX, J.-L., 1979. - *Callitriche truncata* Guss. subsp. *occidentalis* (Rouy) Schotsman, espèce nouvelle pour la flore régionale (Nord de la France). *Doc. florist.* 2 : 61-66. St-Valéry-sur-Somme.
- MÉRIAUX, J.-L., 1979. - Les stations à *Elodea ernstae* St John et *Elodea nuttallii* (Planch.) St John dans le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.* 31, Suppl. 29 : 2-3.
- MÉRIAUX, J.-L. - Le genre *Callitriche* dans le Nord de la France et les régions voisines (Distribution, phytosociologie, écologie et faune associée). *Lejeunia* (en préparation).
- MÉRIAUX, J.-L. & VERDEVOYE, P. - Données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 (Synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée). *Coll. Phytosoc.* 10. Les végétations aquatiques et subaquatiques (Lille, 1981) (à paraître).

CALLITRICHE TRUNCATA GUSS. SUBSP. OCCIDENTALIS (ROUY) SCHOTSMAN,
ESPECE NOUVELLE POUR LA FLORE REGIONALE (NORD DE LA FRANCE)

par Jean-Luc MERIAUX*

Ce taxon est indiqué comme très rare en France par SCHOTSMAN (1967). D'après un matériel d'herbier datant du XIX^e siècle, les stations les plus proches de notre région se trouvaient dans le Cotentin. En Belgique, il n'est connu qu'en quelques localités dans les polders du District maritime (LAWALREE 1964 et VANHECKE 1976).

Cette espèce, toujours immergée, montre des particularités morphologiques qui permettent de la distinguer aisément des autres Callitriches. Ces caractères, empruntés aux travaux de SCHOTSMAN (1967) et de J. DUVIGNEAUD et SCHOTSMAN (1977) sont les suivants :

- tiges et feuilles dépourvues de poils peltés,
- feuilles translucides de la même manière que les Elodées, linéaires à étroitement elliptiques tronquées ou légèrement échancrées au sommet,
- étamines longues de 1 mm, anthères réniformes hautes de $\pm 0,6$ mm,
- stigmate 5 à 9 fois la longueur de l'ovaire,
- fruit plus large que long, large de 1,4 à 1,6 mm, long de 1,2 à 1,6 mm, parfois pédicellé, loges peu soudées à marges obtuses non ailées.

Cet été, nous avons remarqué ce Callitriche dans l'Aa et dans l'un de ses affluents de la rive gauche, la Hem, rivières du département du Pas-de-Calais. Les relevés de végétation effectués à Recques-sur-Hem et à Guemy (tableau 1) montrent que cet hydrophyte immergé appartient à l'alliance du *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959 et peut figurer dans des associations comme le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 (R1 et R2) et le *Ranunculo-Sietum erecto-submersi* (Roll 1939) Th. Müller 1962 (R3).

* Institut Européen d'Ecologie 57000 Metz et Laboratoire d'Ecologie végétale
Faculté de Pharmacie 590045 Lille

Les analyses d'eaux effectuées en 3 stations distinctes (tableau 2) montrent que ces individus d'associations - et par conséquent *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis* - prospèrent dans des eaux basiques (pH = 7,3 à 7,7), modérément eutrophes (conductivité = 400 à 470 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$), calciques (Ca^{++} = 107 à 109 mg/l) faiblement atteintes par une pollution essentiellement d'origine rurale (NH_4^+ = 0,40 à 0,66 mg/l, NO_2^- = 0,20 mg/l, PO_4^{---} = 0,35 à 0,40 mg/l, Cl^- = 22 à 31 mg/l, DBO_5 = 1,9 à 2,5), bien oxygénées (O_2 en % de saturation = 95 à 97, oxygénation due à l'agitation permanente des eaux et au développement considérable de la macroflore phanérogamique, bryophytique et algale), sur un substrat graveleux à caillouteux non ou peu recouvert de vase (épaisseur jusque 0,20 m). Des mesures de débit (tableau 3) et de vitesse du courant, réalisées dans le biotope où l'espèce montre un développement optimal, permettent de l'insérer, selon la classification de Roll (1938), dans les rhéophiles.

Callitriche truncata subsp. *occidentalis* est à rechercher dans les rivières de la plaine maritime flamande, dans celles de l'Artois, mais aussi dans les mares à eau claire, alimentées par des sources, du même territoire. Cette atlantique méditerranéenne se cantonne en effet non loin du littoral comme le montrent les travaux de SCHOSTMAN (1967).

Les Algues ont été déterminées par :

Melle R. FABRI - Laboratoire de Botanique systématique et phytogéographique
Département de Botanique - 4000 Université de LIEGE

Mr L. LECLERC - Attaché aux facultés universitaires Notre Dame de la Paix
Département de Botanique - 5000 NAMUR

TABLEAU 1 : Localisation phytocoenologique de *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis* dans la Hem (Pas-de-Calais)

Numéro du relevé	1	2	3
Surface relevé en m ²	2	10	20
Recouvrement en %	100	90	90
Profondeur en m	0,30	0,40	0,30
Epaisseur de vase en m	0,20	0,10	0,20
Nombre d'espèces et formes	7	13	8
<u>Caractéristiques d'associations</u>			
<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall fo. <i>typicus</i> fo. <i>submersa</i>	45	13 22	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L. fo. <i>submersa</i>			+2
<u>Espèces du <i>Ranunculion fluitantis</i></u>			
<i>Callitriche truncata</i> Guss. subsp. <i>occidentalis</i> (Rouy) Schotsman	43	33	34
<i>Callitriche platycarpa</i> Kütz. fo. <i>typicus</i> fo. <i>submersa</i>	23	+2 12	
<i>Zannichellia palustris</i> L. subsp. <i>palustris</i> fo. <i>fluitans</i>	34	44	23
<i>Sparganium emersum</i> Rehm. var. <i>longissimum</i>	+2	33	
<i>Potamogeton crispus</i> L.	+	13	
<i>Ranunculus penicillatus</i> (Dum.) Bab.		34	33
<i>Agrostis stolonifera</i> L. fo. <i>submersa</i>	+		
<i>Potamogeton densus</i> L.		13	
<u>Différentielle du <i>Ranunculion fluitantis</i></u>			
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.			+2
<u>Espèces des <i>Potametea</i></u>			
<i>Elodea canadensis</i> Michaux		+	+
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.		24	
<u>Espèces compagnes</u>			
<i>Batrachospermum monoliforme</i> Roth.		+	
<i>Cladophora glomerata</i> (L.) Kütz.			22
<i>Vaucheria</i> D. C. sp.			+

. R1 et R2 : individus d'associations du *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962
R1 variante des eaux faibles courantes avec *Callitriche obtusangula* à rosettes flottantes.

. R3 : individu d'association du *Ranunculo-Sietum erecto-submersi* (Roll 1939)
Th. Müller 1962

R1 et R2 : Recques/Hem, 21.07.78 (IFFB : E 21 25)

R3 : Guémy (Bonningues-sur-Ardres), 21.07.78 (IFFB : E 21 34)

TABLEAU 2 : Analyses d'eaux effectuées au niveau d'individus d'association du *Callitricheum obtusangulae* (1 et 2) et du *Ranunculo-Sietum erecto-submersi* (3)

Stations	1	2	3
Heure	10h30	10h30	10h30
t° air	14,7	24,6	14,3
t° eau prélevée	14,2	13,3	12,8
pH	7,7	7,3	7,6
Conductivité en mhos/cm/cm ² à 20°C	400	470	410
O ₂ dissous mg/l	9,6	9,8	9,7
O ₂ % saturation	97	97	95
Oxydabilité	0,7	0,3	0,9
D.C.O.	7,8	4	4
MES	9,6	12,6	13
DBO 5	1,9	2,5	1,9
Alcalinité	320	350	330
Na ⁺	12,2	8	11,8
K ⁺	2,1	1,7	2
Ca ⁺⁺	107	108	109
Mg ⁺⁺	4,2	4,8	3,6
NH ₄ ⁺	0,40	0,66	0,40
Cl ⁻	31	22	22
NO ₃ ⁻	11	11	13,2
NO ₂ ⁻	0,20	0,20	0,20
SO ₄ ⁻⁻	30	15	25
PO ₄ ⁻⁻⁻⁻	0,35	0,40	0,40

(Cations et anions exprimés en mg/l)

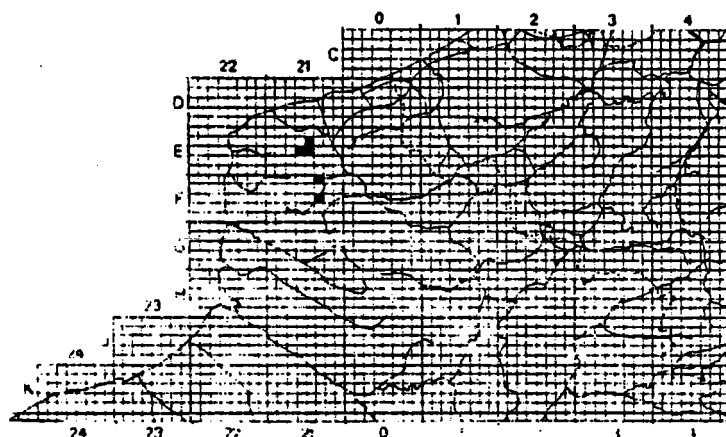
TABLEAU. 3 : Mesures de débits de l'Aa et de la Hem

Rivières	Aa	Hem	Fer
Stations	Verchocq	Guemy	Recques
Date de la mesure	01/06/78	08/06/78	08/06/78
Débit en m ³ /s	1,460	1,669	1,598

(Profondeur des rivières : 0,20 m à 1,20 m

Largeur : 5 à 8 m)

+ *
*



Les stations à *Callibaetris trivialis* Guss. subsp. (Rouy) Schotsman dans le Nord de la France :

Indices IFFB	Localités
E 21 25	RECQUES-SUR-HEM
E 21 34	GUEMY
E 21 35	NORDAUSQUES
F 21 16	ELNES
F 21 36	OUVE-WIRQUIN, MERCK-SUR-LIEVIN, HERVARRE

(Toutes les stations connues à ce jour sont situées dans le département du Pas-de-Calais).

Bibliographie

- DUVIGNEAUD J., H.D. SCHOTSMAN - 1977 - Le genre *Callitriche* en Belgique et dans les régions voisines. Nouvelles contributions et clé de déterminations.
Natura mosana, 30 : 1-22, Liège.
- LAWALREE A. - 1964 - Spermatophytes.
Volume IV, Fascicule III in *Flore générale de Belgique*, 239-390, Bruxelles.
- ROLL H. - 1938 - Die Pflanzengesellschaften osthoisteinischer Fließgewässer.
Arch. Hydrobiol., 34 : 159-305.
- SCHOTSMAN H. D. - 1967 - Les *Callitriche*s. Espèces de France et taxa nouveaux d'Europe.
Flore de France, I, 152 p., Paris.
- VANHECKE L. - 1976 - Nieuwe gegevens over de verspreiding van enige wateren moerasplaten in de maritima polders.
Durmortiera, 5 : 3-14, Meise.

(Manuscrit remis le 10 Décembre 1978)

LE GENRE *CALLITRICHE* L. DANS LE NORD DE LA FRANCE
ET LES REGIONS VOISINES

Distribution, phytosociologie, écologie et faune associée

Par J.-L. MERIAUX *

Résumé : L'auteur précise la distribution du genre *Callitriche* L. dans le Nord de la France à l'aide de cartes utilisant la grille de l'Institut Floristique Franco-Belge (I.F.F.B.). Il définit la signification phytosociologique de chaque espèce, puis leurs caractères écologiques au travers des relations des espèces avec le substrat et les facteurs hydrochimiques. Un aperçu de la faune (invertébrés benthiques et ichtyofaune) associé à *Callitriche obtusangula* et *C. platycarpa* est également fourni.

Summary : "THE GENUS *CALLITRICHE* L. IN NORTHERN FRANCE AND ADJACENT COUNTRIES"
Distribution, phytosociology, ecology and associated fauna

The author states precisely the distribution of the different species of *Callitriche* L. in Northern France with maps using the grid system of the French-Belgian Floristic Institute (I.F.F.B.). He defines the phytosociological signification of each species, then their ecological characteristics through their relations with the substrate and the hydrochemical factors. A preliminary survey of the associated fauna (bentic invertebrates and ichthyofauna) to *Callitriche obtusangula* and *C. platycarpa* is also given.

Texte soumis à l'examen du Comité de lecture de *Lejeunia* (première lecture effectuée par le Professeur SCHUMACKER, Membre du Comité Directeur de *Lejeunia*), 40 p., 7 cartes de distribution, 9 tableaux, 13 figures.

* : Centre des Sciences de l'Environnement, Laboratoire de Pharmacognosie et de Biologie végétale, Université de Metz - 1 rue des Récollets 57 000 METZ, France.

Sur la présence d'*Elodea nuttallii* (Planch.) St John
dans le département du Pas-de-Calais

par Jean-Luc MERIAUX *

Cette adventice néophyte, originaire d'Amérique du Nord, n'est apparue que récemment en Europe occidentale. Elle a été observée pour la première fois en Belgique en 1939 (DE LANGHE et DELVOSALLE, 1967) puis aux Pays-Bas en 1941. Elle a été signalée depuis peu en Allemagne par WEBER-OLDECOP (1974) et en France dans le département de la Meuse par DE LANGHE et D'HOSE (1974), et dans celui des Ardennes par DESCY et DUVIGNEAUD (1974), enfin dans celui du Nord par MERIAUX (1977). Nous l'avons relevée dans le département du Pas-de-Calais où, dans un diverticule du Grand Marais d'Ecourt-St Quentin (IF₂B : H1, 36), il figure en grande abondance dans plusieurs groupements d'hydrophytes enracinés (tableau 1) :

- . le *Zannichellietum majoris* (Baumann 1911) G. Lang 1967 (1)
- . le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 (2)
variante de source
- . le *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926 (3)

Toutefois, l'Elodée de Nuttall peut aussi réaliser un groupement pionnier dans les anses vaseuses perturbées (4).

Elodea nuttallii est en pleine extension dans notre région où elle entre souvent en compétition avec *Elodea canadensis* qu'elle tend à supplanter en raison de sa plus grande amplitude écologique.

Bibliographie

- DE LANGHE J.E. et L. DELVOSALLE, 1967. - A propos d'une nouvelle Elodée pour la flore belge : *Elodea nuttallii* (Planch.) St John. *Nat. belges* 48 : 268-270 (Bruxelles).
- DE LANGHE J.E. et R. D'HOSE, 1973-1974. - Prospections floristiques faites en 1973 en Argonne et en Lorraine. *Natura Mosana* 26 : 117-120 (Liège).
- DESCY J.P. et J. DUVIGNEAUD, 1974. - *Elodea nuttallii* (Planch.) St John dans le département des Ardennes (France). *Natura Mosana* 27 : 145-146 (Liège).
- MERIAUX J.L., 1977. - *Elodea nuttallii* (Planch.) St John, espèce nouvelle pour le Nord de la France. *Bull. Soc. Bot. N. Fr.* (séance du 12.10.77 ; sous presse).
- WEBER-OLDECOP D.W., 1974. - *Elodea nuttallii* (Planch.) St John in Maschsee in Hannover. *Gött. flor. Rundbr.* 8 : 63-64 (Göttingen).

* Institut européen d'Ecologie 57000 Metz
Laboratoire d'Ecologie végétale, Faculté de Pharmacie 59045 Lille

TABLEAU 1

Place phytocoenologique d'*Elodea nuttallii*
 au Grand Marais d'Ecourt-St-Quentin (Pas-de-Calais)

Associations et groupement	1	2	3	4
Surface en m ²	1	2	5	1
Recouvrement en %	100	100	100	100
Profondeur en m	0,20	0,30	0,40	0,30
Nombre d'espèces	10	9	15	4

Caractéristiques d'associations

<i>Zannichellia palustris</i> L. subsp. <i>palustris</i>	<u>35</u>			
<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall	+	<u>23</u>		
<i>Potamogeton natans</i> L.			<u>22</u>	

Espèces des Potametea

<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) St John	45	35	11	55
<i>Potamogeton friesii</i> Rupr.	+		11	+2
<i>Hottonia palustris</i> L.	+2		+	
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	+		+2	
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.		22	55	
<i>Callitriche platycarpa</i> Kütz.		45	+°	
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.		11	+	
<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. et Schlecht		+	+	
<i>Elodea canadensis</i> Michaux			12	+
<i>Sparganium emersum</i> Rehm. f. <i>fluitans</i>	+			
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L. f. <i>submersa</i>			+	

Espèces compagnes

<i>Lemna minor</i> L.	+	+	+2	+
<i>Lemna trisulca</i> L.	+2	12	+2	
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.			+	
<i>Sium erectum</i> Huds.	+	+		
<i>Chara vulgaris</i> L.			12	

Associations ou groupement mis en évidence :

- 1 *Zannichelliétum majoris* (Baumann 1911) G. Lang 1967
- 2 *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962
- 3 *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926
- 4 Groupement à *Elodea nuttallii*

Elodea nuttallii (Planch.) St John, espèce nouvelle pour le Nord de la France

par Jean-Luc MERIAUX

Résumé. — L'historique de la découverte d'*Elodea nuttallii* (Planch.) St John dans le Nord de la France est évoqué. Les caractères différentiels de cette espèce et d'*E. canadensis* Michaux sont ensuite dégagés. Des précisions quant à la chorologie d'*E. nuttallii* en Europe continentale sont enfin apportées.

Summary. — The story of the detection of *Elodea nuttallii* (Planch.) St John in the North of France is evoked. The differential characters of this species and *E. canadensis* are drawn. Precisions about *E. nuttallii* chorology in continental Europe are provided.

Mots-clés. — Flore aquatique - *Elodea nuttallii* - Chorologie.

Le 3 juillet 1975, je récoltais dans le Marais Jacquart à Arleux (Nord ; localisation I.F.F.B. : H 1.37) une Elodée qui différait profondément d'*Elodea canadensis*. La plante n'était représentée que par quelques individus inclus dans la strate inférieure d'un *Myriophyllo-Nuphar-retum*. Je la déterminai à cette époque comme étant *Elodea nuttallii* (Planch.) St John, = *Elodea canadensis* Michaux var. *angustifolia* (Mühlentb.) Asch., = *Elodea minor* Farw., = *Anacharis nuttallii* Planch., = *Elodea occidentalis* (Pursh.) St John. Je ne pus malheureusement par la suite retourner à cette station, les chenaux d'accès étant fermés à la circulation en barque par les propriétaires des marais.

Le 15 juin 1977, je conduisais les Professeurs BONNOT et WATTEZ voir l'Aulnaie à *Osmunda regalis* de Flines-lès-Mortagne ; je proposais une halte à Mortagne (Nord ; localisation I.F.F.B. : G 2.25) afin de leur montrer les terrains calcaires calaminaires riches en *Armeria halleri* et *Cardaminopsis halleri*. Sur ces déchets industriels est construit le collège de la commune qui possède un très beau bassin installé grâce aux soins du Directeur de l'établissement scolaire, des naturalistes et des élèves. Je me rendis au bord de ce petit plan d'eau et fus alors intrigué par la masse végétale réalisée par une Elodée que je reconnus comme étant *Elodea nuttallii*. Le surlendemain, de retour en ces lieux, je rencontrai le chef d'établissement. Je lui appris que l'hydrophyte du bassin n'était pas *Elodea canadensis*, comme lui-même et les naturalistes du collège le pensaient, mais qu'il s'agissait d'une espèce autre, inconnue jusque là dans le Nord, en l'occurrence *Elodea nuttallii*. Il m'indiqua que la plante avait été récoltée par des élèves dans des fossés de drainage, nombreux dans cette région ; je la retrouvai aisément et je fis, par ailleurs, le relevé suivant :

Mortagne 17/06/75 - Recouvrement 100 % - Profondeur 0,30 m - Surface 1 m² - *Elodea nuttallii* 5,5, *Elodea canadensis* 1.1, *Lemna minor* + .2, *Ulothrix* sp. 2.3.

La distinction d'*Elodea nuttallii* de l'espèce voisine *E. canadensis* a été réalisée en utilisant les données de SELL (1968), mais aussi les des-

criptions des flores de CLAPHAM *et al.* (1962) et de DE LANGHE *et al.* (1973). La confirmation de la détermination a été faite par J. DUVIGNEAUD qui m'a également fourni de nombreuses indications sur la chorologie de l'espèce, et que je remercie vivement.

Cette Elodée présente une teinte vert pâle ; ses feuilles presque transparentes, légèrement recourbées et un peu crispées, s'affaissent lorsqu'on sort la plante de l'eau. Ces quelques caractères permettent de la différencier, sur le terrain, d'*Eleodea canadensis*. D'autres caractères différentiels sont discernables lors d'une analyse plus poussée ; ils sont empruntés pour la plupart à l'étude de SELL sur les Elodées.

**TABEAU DE MESURES COMPARATIVES EFFECTUÉES
SUR LE MATÉRIEL RÉGIONAL**

	<i>Eleodea canadensis</i>	<i>Eleodea nuttallii</i>
Disposition et nombre de feuilles par verticille	feuilles verticillées par 3	
Formes et dimensions de feuilles en mm	ovales - lancéolées 5 à 12 (L) 3 à 8 (l)	linéaires - lancéolées 6 à 13 (L) 0,3 à 2-3 (l)
Nombre de dents par feuille	(21)-22-(23)	(26)-28-(29)
Fleurs mâles	non observées en Europe	solitaires, dans une spathe ovale-arrondie, se détachant à l'épanouissement (selon SELL)
Fleurs femelles	4 à 5 mm de diamètre sépales : 1,3 pétales : 1,5	2 à 4 mm de diamètre sépales : 1,1 - 1,25 pétales : 1,3 - 1,45

L'Elodée de Nuttall est originaire d'Amérique du Nord. Cette boréo-américaine se rencontre dans le sud du Canada, le nord et le nord-est des U.S.A. Elle n'est apparue que récemment en Europe continentale. Ainsi, elle a été observée pour la première fois en Belgique en 1939 (DE LANGHE et DELVOSALLE, 1967), puis aux Pays-Bas, où elle est en pleine extension, en 1941. Elle a été signalée plus récemment en Allemagne par WEBER-OLDECOP (1974) et en France dans le département de la Meuse par DE LANGHE et D'HOSE, puis dans le département des Ardennes par DESCY et J. DUVIGNEAUD (1974).

Deux hypothèses (avec interaction possible) sont envisageables pour expliquer l'installation de cette Elodée dans notre région :

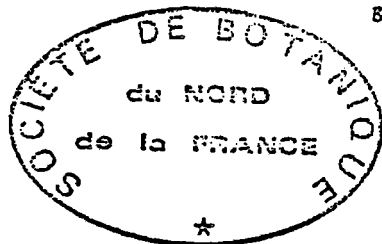
- 1) elle a pu être introduite par l'intermédiaire des marinières ou de leurs péniches qui circulent sur le réseau de canaux du Nord de la France, et du Bénélux ;
- 2) il est possible qu'il y ait eu intervention directe de la macro-avifaune, ou des mammifères migrateurs comme le Rat musqué, dans le transport des hibernacles de la plante.

Il est probable que l'aire de répartition de cette espèce méconnue est plus vaste qu'on ne le pense et qu'elle englobe une bonne partie du Nord de la France où elle est à rechercher.

BIBLIOGRAPHIE

- CLAPHAM A.R., T.G. TUTIN et L.F. WARBURG, 1962. — Flora of the British Isles. Second edition : 48 + 1269 p., Cambridge.
- DE LANGHE J.E. et L. DELVOSALLE, 1967. — A propos d'une nouvelle Elodée pour la flore belge : *Elodea nuttallii* (Planch.) St John. *Nat. belges* 48 : 268-270. Bruxelles.
- DE LANGHE J.E., L. DELVOSALLE, J. DUVIGNEAUD, J. LAMBINON et C. VANDEN BERGHEM, 1973. — Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). 97 + 821 p. Bruxelles.
- DE LANGHE J.E. et R. D'HOSE, 1973-74. — Prospections floristiques faites en 1973 en Argonne et en Lorraine. *Natura mosana* 26 : 177-120. Liège.
- DESCY J.P. et J. DUVIGNEAUD, 1974. — *Elodea nuttallii* (Planch.) St John dans le département des Ardennes (France). *Natura mosana* 27 : 145-146. Liège.
- SELL Y., 1968. — Les Elodées. *Aquarama* (cercle de l'Aquarium) 2 : 18-23. Strasbourg.
- WEBER-OLDECOP D.W., 1974. — *Elodea nuttallii* (Planch.) St John in Maschsee in Hannover. *Gött. flor. Rundbr.* 8 : 63-64.

Université de Lille II
Laboratoire de Systématique et Ecologie Végétales
Rue Professeur-Laguesse
F - 59045 LILLE Cedex



Bulletin de la Société de Botanique du Nord de la France

Vol. 31, 1979

BULLETIN DE LIAISON N°29

séance du mercredi 12 décembre 1979 à 17 heures

Amphithéâtre Buffon (SNI) Cité Scientifique
à Annappes
Villeneuve d'Ascq

A. FILM

- Prof. H. de LUMLEY. - La Vallée des Merveilles (F) 1971

Les gravures rupestres de l'âge du bronze.
Méthodes de relevés et d'étude des styles corres-
pondant aux différentes époques de l'âge du bronze.
Répartition topographique en relation avec une re-
cherche de la signification de ces gravures rupestres.

Ce film de 21 mn n'est pas botanique à proprement
parler, mais il est consacré aux quelque 35 000 gravures
rupestres qui expliquent en grande partie l'érection du
territoire en Parc National par le décret du 18 août 1979.

B. PARTIE ADMINISTRATIVE

- Admission d'un nouveau membre
- Annonce du décès d'un Sociétaire
- Distinction

C. PARTIE SCIENTIFIQUE

- GEHU J.-M. - Présentation de la Carte phytosociologique de la Végétation naturelle potentielle du Nord de la France au 1/250 000.
- GUYGNARD P. - Obtention et utilisation de l'état hybride en floriculture (en diapositives).

Le Président,

J.-M. GEHU

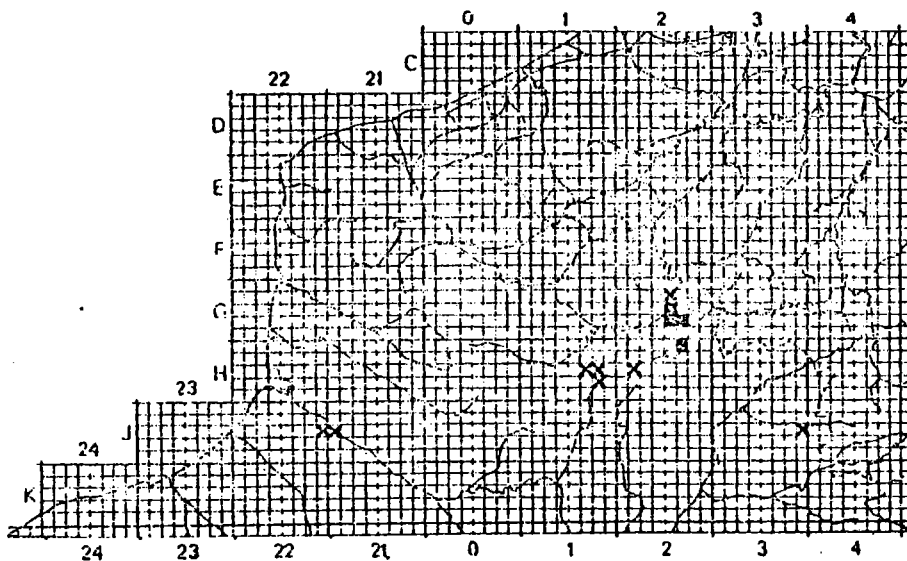
Cotisation : à partir de 40 F. Payable à l'ordre de la Société de Botanique du Nord de la France, C.C.P. LILLE 2846 58 F.

LES STATIONS A *Elodea ernstae* St John
ET *Elodea nuttallii* (Planch.) St John
DANS LE NORD DE LA FRANCE

par J.-L. MERIAUX

Sur la carte ci-jointe figure l'ensemble des stations que j'ai pu noter à ce jour dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme.

Elodea nuttallii est une espèce nouvelle pour le département de la Somme dans lequel nous l'avons relevée pour la première fois, M. le Professeur WATTEZ, M. BON et moi-même en juillet 1979 dans les étangs de Mareuil-Caubert.



■ *Elodea ernstae*

⊗ *Elodea nuttallii*

<i>Elodea ernstae</i>	G2 35	
	G2 45	la Trétoire à Saint Amand-les-Eaux (Nord)
	G2 46	
	H2 16	Etang de Trith (Nord)
<i>Elodea nuttallii</i>	G2 25	fossés et mares à Mortagne (Nord)
	H1 36	Grand Marais d'Ecourt St Quentin (Pas-de-Calais)
	H1 37	Grand Clair de Palluel (Pas-de-Calais) Marais d'Arleux (Nord)
	H1 46	
	H1 47	Grand Béquerel à Ecourt St Quentin (Pas-de-Calais)
	J21 31	
	J22 38	Etangs de Mareuil-Caubert (Somme)
	J3 38	Château de la Motte à Liessies (Nord)

M. le Professeur COOK de Zürich fait actuellement une mise au point détaillée sur les différents genres de la famille des Hydrocharitacées et il est très intéressé par toutes informations concernant la répartition et l'extension de ces néophytes en France.

C. R. SÉANCE DU MERCREDI 13 JUIN 1979

René LEFEBVRE

Influence d'un apport d'éléments minéraux sur la croissance des feuilles d'Endive (Cichorium intybus L.). Applications au forçage des racines en hydroponique

La culture de l'Endive par forçage en couche protégée et chauffée tend progressivement à être remplacée par la culture en chambre thermostatée, appelée culture en hydroponique : les racines placées dans des bacs étanches, empilés en étagère, sont alimentées en eau par un système de trop-plein qui déborde d'une étagère de bacs sur l'autre. Cette eau est en réalité une solution minérale avec une combinaison étendue d'ions. La question est de savoir si tous les ions sont indispensables ; aussi M. LEFEBVRE a-t-il choisi la méthode de la culture des tissus pour tester le rôle des ions dans le rendement des Chicous. Les fragments de racine du cultivar "Zoom" sont cultivés sur milieu gélosé additionné de la solution de Knopp, à laquelle sont additionnés différents ions, et les feuilles sont pesées. La solution contenant le nitrate de calcium donne le meilleur rendement foliaire. En plus, c'est seulement en présence de ce sel que l'ion Mg^{++} (essentiel pour l'activité photosynthétique) est le mieux absorbé. La solution comprenant du nitrate de chaux et du nitrate de magnésium est ensuite testée en endiverie, et il a été démontré que cette solution a amélioré la produc-

Documents floristiques	Tome II	fascicule 1	Mars 1979
------------------------	---------	-------------	-----------

ELODEA ERNSTAE ST JOHN,
ESPECE NOUVELLE POUR LA FLORE REGIONALE
(NORD DE LA FRANCE)

par Jean-Luc MERIAUX *

Le 10 Octobre 1977, je découvris dans la Traitoire et un de ses petits affluents, rivières du territoire de la commune de Saint Amand les Eaux (département du Nord) une Elodée différant des deux espèces connues à ce jour dans la région : *Elodea canadensis* Michaux et *Elodea nuttallii* (Planch.) St John, taxon que j'ai signalé et étudié récemment dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais (MERIAUX 1977, 1978).

Cette hydrocharitacée semblait très proche de *Elodea ernstae* St John, néophyte d'origine sud-américaine apparue dans le réseau aquatique européen en 1948 et inventoriée en France (sous le nom d'*Elodea callitrichoides* (Rich.) Casp.) par SELL (1959) dans la région de Strasbourg où je la récoltai, guidé par M. KAPP, en 1973.

En été et en automne 1978, la recherche de ses fleurs, qui auraient permis avec sûreté de préciser la reconnaissance s'avéra vaine. Des échantillons, prélevés en Octobre 1978, furent envoyés au Dr SELL qui confirma la détermination ; je le remercie vivement pour sa participation plus que précieuse.

Description :

Les caractères morphologiques du taxon de la Traitoire sont les suivants :

- plante de couleur vert sombre,
- feuilles moyennes et supérieures verticillées par 3,
- entre-noeuds de 3 à 15 mm,

* Institut Européen d'Ecologie 57000 Metz et Laboratoire d'Ecologie végétale
Faculté de Pharmacie 59045 Lille.

- feuilles linéaires de 15 à 20 mm de longueur et de 1,5 à 4 mm de largeur, atténuées en pointe, avec une nervure médiane,
- 49 à 64 dents unicellulaires (moyenne : 56) de chaque côté des feuilles.

Pour ce qui est des organes reproducteurs, selon SELL (1968) :

- fleur femelle actinomorphe, de 5 à 10 mm de large, avec 3 sépales transparents de 3 à 4,5 mm de large ; pétales oblongs elliptiques très fins, très tôt caducs, transparents, de 4 à 5 mm de long sur 1,5 à 2 mm de large.
- fleur mâle jamais trouvée en Europe.

Origine et aire de répartition

1. l'espèce est originaire d'Amérique du Sud (Nord-Est de l'Argentine),
2. elle est apparue en Europe, en 1948, sur le territoire de la Grande-Bretagne et n'existerait sur le continent qu'en France, uniquement semble-t-il en Alsace quoique WATTENDORF (1964) la mentionne "susceptible" d'être trouvée, en Europe centrale.

Introduction dans le Nord

Trois hypothèses, que l'on peut considérer isolément ou interférantes sont envisageables :

1. la plante pourrait avoir été introduite accidentellement par des aquariophiles ; toutefois, je ne l'ai pas notée chez les fournisseurs de plantes aquatiques de la région qui ne possèdent qu'*Elodea densa* (Planch. Casp. et *Elodea crispa* Hort.
2. elle pourrait avoir été amenée d'Alsace soit par l'intermédiaire du transport fluvial, particulièrement dense sur le réseau de canaux du Nord, soit par celui de l'avifaune.
3. elle pourrait avoir été introduite de la même façon, mais directement de Grande-Bretagne (peut-être même avant son apparition dans le Bas-Rhin !).

Ecologie

En Alsace, selon SELL (1968), *Elodea ernstae* prospère dans les recoins calmes des berges des eaux courantes sur fond limoneux-sabloneux. En 1977, au cours de la session d'Alsace de l'Amicale Francophone de Phytosociologie, je l'ai remarquée dans les anses tranquilles de l'Ill, dans les bras morts du Rhin mais aussi en pionnier dans des mares et des dépressions jeunes de la forêt de Daubensand.

Dans la Traitorie, le courant est lent (quelques cm/s), le substrat est limoneux, couvert d'une épaisse couche de vase. Le 27 Novembre 1978, le pH de l'eau était de 7,4 et la conductivité de 1220 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$ (ramené à 20°C).

Localisation phytocoenologique

En Alsace, je l'ai relevée dans le *Potamo perfoliati-Ranunculetum fluitantis* (W. KOCH, 1926) Oberdorfer 1957 - caractérisant les eaux vives (tableau, Ass. 1) et dans une association en contact le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962, variante des eaux lentes (tableau, Ass. 2). Elle réalise aussi, dans les biotopes stagnants neufs, un groupement pionnier (tableau, Grt. 4).

Dans le Valenciennois, elle s'inscrit aussi dans la variante des eaux faiblement courantes du *Callitrichetum obtusangulae* (tableau, Ass. 3).

Il semble, en Europe, qu'*Elodea ernstae* doive être rangée parmi les espèces caractéristiques de la classe des *Potametea* R. Tüxen et Preising 1942.

Compétition

Dans les milieux où elle s'installe, elle entre rapidement en compétition avec *Elodea canadensis* qu'elle tend à supplanter (observations en Alsace 1973, 1974, 1976 et 1977).

Clé de détermination

Afin de faciliter la recherche et la détermination des taxons nouveaux que sont *Elodea ernstae* et *Elodea nuttallii* dans la flore régionale, j'ai établi, uniquement à partir des caractères végétatifs des échantillons du Valenciennois et de la Vallée de la Sensée, une clé des Elodées du Nord de la France.

1. Feuilles plus ou moins rigides
1,5 à 4 fois plus longues que larges
obtuses au sommet
21 à 23 dents de chaque côté des feuilles
 1. *Elodea canadensis* Michaux
2. Feuilles molles, s'affaissant à la sortie de l'eau
4 à 15 fois plus longues que larges
aigues au sommet
nombre de dents de chaque côté des feuilles supérieures à 25
- feuilles vert pâle
 - 0,3 à 3 mm de large et de 6 à 13 mm de long

26 à 29 dents (moyenne 28) de chaque côté des feuilles
tige souvent rougeâtre surtout en automne

2. *Elodea nuttallii* (Planch.) St John

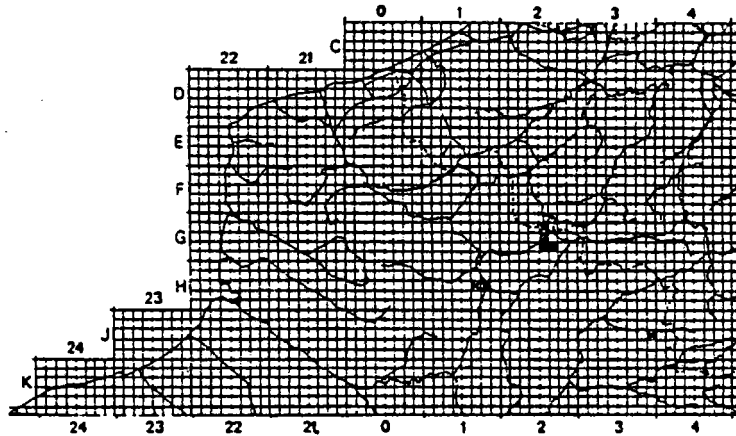
- feuilles vert foncé

1,5 à 4 mm de large et de 15 à 20 mm de long

49 à 64 dents (moyenne 56)

3. *Elodea ernstae* St John

* *
*



Les stations à *Elodea ernstae* St John et à *Elodea nuttallii* (Planch.) St John dans le Nord de la France



Elodea ernstae G 2 35, G 2 45, G 2 46



Elodea nuttallii G 2 25, H 1 36, H 1 37, J 3 38

(Fond de carte IFFB)

Localisation phytocœnologique d'*Elodea ernstae* St John
en Alsace et dans le Nord de la France

Associations et groupement	1	2	3	4
Surface en m ²	10	5	5	2
Recouvrement en %	90	90	90	100
Profondeur en m	1	0,50	0,50	0,50
Nombre d'espèces	13	15	7	6
<u>Caractéristiques d'associations</u>				
<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall fo. <i>typicus</i>	1	4	3	
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir. var. <i>vulgare</i>	2			
<u>Espèces du <i>Ranunculion fluitantis</i></u>				
<i>Potamogeton pectinatus</i> L. var. <i>typicus</i>	1	+	2	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L. var. <i>typicus</i>	1	r		
<i>Ranunculus fluitans</i> Lam.	4			
<i>Sparganium emersum</i> Rehm. var. <i>longissimum</i>	1			
<u>Espèces des <i>Potametea</i></u>				
<i>Elodea ernstae</i> St John	2	3	4	5
<i>Elodea canadensis</i> Michaux	1	1	1	1
<i>Potamogeton crispus</i> L.	+	+	1	
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	2	2		
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	1	1		
<i>Zannichellia palustris</i> L. subsp. <i>palustris</i>	1	+		
<i>Potamogeton pusillus</i> L.		+		+
<i>Potamogeton densus</i> L.		1		
<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. et Schlecht.		+		
<u>Espèces compagnes</u>				
<i>Lemna minor</i> L.		1	1	5
<i>Chara globularis</i> Thuill.	+			
<i>Lemna trisulca</i> L.		1		
<i>Lemna gibba</i> L.			1	
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid				1
<i>Chara major</i> Vaill.				+

- 1 - *Potamo perfoliati* - *Ranunculium fluitantis* (W. Koch 1926) Oberdorfer 1957
= *Ranunculium fluitantis* Allorge 1922, forêt d'Ilkirch affluent de l'ILL
(Bas-Rhin) - 05/09/77
- 2 et 3 - *Callitriche obtusangulae* Seibert 1962 - variante des eaux calmes
(*Callitriche obtusangula* fo. *typicus*)
2 : forêt d'Ilkirch, affluent de l'ILL (Bas-Rhin) - 05/09/77
3 : La Traitoire (Nord) - 10/10/77, (IFFB : G 2 35)
- 4 - Groupement à *Elodea ernstae* St John - Mare, forêt domaniale de Daubensand

Bibliographie

- MERIAUX J.-L. - 1977 - *Elodea nuttallii* (Planch.) St John, espèce nouvelle pour le Nord de la France.
Bull. Soc. Bot. N. Fr. (Séance du 12.10.77, 3 p., sous presse), Lille.
- MERIAUX J.-L. - 1978 - Sur la présence d'*Elodea nuttallii* (Planch.) St John dans le département du Pas-de-Calais.
Bull. Soc. Bot. N. Fr., suppl. 19 : 2 et 3, Lille.
- SELL Y. - 1959 - Etude comparative de quelques espèces du genre *Elodea*, à propos de l'apparition à Strasbourg et ses environs d'une espèce nouvelle pour l'Europe continentale.
Bull. Ass. philom. Als. Lorr., 10 : 121-133, Strasbourg.
- SELL Y. - 1968 - Les Elodées
Aquararia (Cercle de l'Aquarium), 2 : 18-23, Strasbourg.

(Manuscrit remis le 1^{er} Décembre 1978)

LES *Carex* DU PARC NATUREL RÉGIONAL DE St-AMAND-RAISMES et LEUR PLACE PHYTOSOCIOLOGIQUE

par Jean-Luc MERIAUX

Résumé. — 23 espèces de *Carex* ont été dénombrées dans le Massif forestier de Saint-Amand-Raismes (Parc régional naturel). Les conditions écologiques des groupements végétaux auxquels elles participent sont précisées. Des données anciennes sur les Cypéracées de la flore locale permettent des comparaisons qui apportent des informations concernant les changements floristiques dans la région.

Summary. — 23 *Carex* species are growing in the Saint-Amand-Raismes Forest (Regional Nature Park). The ecological conditions of the plant communities in which they are participating are specified. Some ancient works on the Cyperaceae of the local flora allow comparisons providing some informations about the floristic changes in the area.

Mots-clés. — *Carex* - réserves naturelles - phytocoenoses - changements floristiques.

Ce parc naturel couvrant une superficie de 10.000 hectares, est constitué par un noyau forestier comprenant les forêts domaniales de Saint-Amand, de Raismes et de Wallers, et d'un espace rural formant ceinture, de plus en plus urbanisé au sud-est. Dans cet ensemble caractérisé par de nombreux étangs ou mares résultant d'un drainage sectoriel insuffisant (Taille des Faux, Bois des Eclusettes) ou d'effondrement miniers, actuellement en pleine extension (Mare à Goriaux, Etang du Prussien), les *Carex* occupent une place privilégiée. Si ceux-ci dominent par leur biomasse dans les Cariçaies découvertes, ils sont également bien représentés dans les associations forestières. Le catalogue que nous présentons ici est vraisemblablement loin d'être complet ; nous espérons pouvoir l'enrichir par la suite.

1. — *Carex acuta* L. (= *Carex gracilis* Curt.)

Une Cariçaie à *Carex gracilis* typique à l'état pur, s'apparentant au *Caricetum gracilis* Tüx. 1937 est représentée autour d'une mare s'étalant dans une prairie à Cataine et en marge d'un petit étang apparu en 1960 derrière la place de Vicoigne. Une telle Cariçaie, enrichie en espèces du *Phragmition* et en espèces des *Molinietalia*, s'étend à proximité des pontes du Pont-Joly derrière l'étang d'Amaury.

2. — *Carex acutiformis* Ehrh. (= *Carex paludosa* Good.)

Ce *Carex* se présente le plus souvent sous la forme *spadicea* (Roth) P. Junge, dans le territoire prospecté. Il forme une large ceinture un peu en retrait d'une Jonçaie à *Juncus effusus* et *Juncus conglomeratus* autour d'un étang en formation non loin de l'Observatoire de l'enclave du Luron. Cette Cariçaie eutrophe, asséchée en été, se retrouve également dans des trouées de la zone forestière longeant la Drève d'Aubry, au lieu-dit « Bassy », où subsistent quelques *Salix cinerea* et *aurila* ainsi que *Betula pubescens* sous forme arbustive régénérés après coupe à blanc, et au nord-ouest de la Mare à Goriaux. Elle représenterait pour certains auteurs

un faciès du *Caricetum gracilis* et pour d'autres une unité autonome : le *Caricetum ripario-acutiformis*. Au nord-est de la Mare à Goriaux, le long de la Drève de Wallers et dans la série de Hasnon, *Carex acutiformis* est également l'espèce dominante de la strate herbacée de la Chênaie-Bétulaie pubescente. Cette formation, actuellement en pleine modification en raison des effondrements, est donc constituée par la strate arborescente d'une association du *Quercion*, vraisemblablement d'un *Quercetum sessiflorae-Betuletum* Tüx. 1937, variante humide à *Quercus robur*, où transgressent quelques espèces ligneuses de l'Alnion et d'une Cariçaie du *Magnocaricion gracilis* qui s'est substituée à la strate herbacée originelle. Une Chênaie-Bétulaie, beaucoup plus stable, enrichie en espèces des *Alnetea*, existe dans la Taille des Faux et dans le bois des Eclusettes ; elle se rapproche, pour certains, du *Carici elongatae-Alnetum* Koch 1926.

3. — *Carex binervis* Smith

Il existe dans la lande relique à *Erica* de la Sablière du Lièvre étudiée en 1963 par DURIN et LERICQ. Avec *Calluna vulgaris*, *Genista pilosa*, *Polygala serpyllifolia*, *Lycopodium clavatum*, il est l'une des espèces du *Calluno-Genistetum pilosae* Tüx. 1937, Preis. 1953, avec la sous-association à *Molinia caerulea* décrite par les auteurs.

4. — *Carex curta* Good. (= *Carex canescens* auct.)

Cette sciaphyte croît dans la Bétulaie pubescente à *Sphagnum fimbriatum* et *Sphagnum squarrosum* occupant la marge ouest de la Mare à Goriaux. Ce groupement acidophile s'identifie au *Sphagno-Betuletum pubescentis*, association provisoire relevant de l'alliance du *Sphagno-Betulion (Alnetea glutinosae)* mentionnée pour les Pays-Bas par DOING.

5. — *Carex demissa* Hornem.

Observé par BERTON en 1963 à la Sablière du Lièvre, nous ne l'avons pas retrouvé. Il appartenait sans doute à l'*Ericetum tetralicis boreoatlanticum* Schwick. 1940, groupement de caractère subatlantique très marqué, signalé par DURIN et LERICQ en 1963.

6. — *Carex distans* L.

Il s'inscrit dans le *Calluno-Genistetum pilosae molinietosum* de la Sablière du Lièvre déjà cité précédemment.

7. — *Carex disticha* Huds. (= *Carex intermedia* Good.)

Un peuplement à Laïche distique prospère dans une prairie inondée derrière la place de Vicoigne. Cette Cariçaie, riche en espèces des *Molinietalia*, est une forme transitoire entre les groupements du *Bromion racemosi* et la Cariçaie à *Carex gracilis* qui lui succèdera quand le drainage sera par trop insuffisant.

8. — *Carex echinata* Murr. (= *Carex stellulata* Good.)

Cette espèce acidophile, hygrophile, indifférente à l'obscurité, perce les bombements de *Sphagnum div. sp.* dans l'*Ericetum tetralicis* de la Sablière du Lièvre. DURIN et LERICQ (1963) l'ont situé dans le *Calluno-Genistetum molinietosum* de cette même sablière.

9. — *Carex elongata* L.

Caractéristique d'individus d'association du *Carici elongatae-Alnetum* Koch 1926, s'étendant dans les secteurs les plus hydromorphes des Prés Charniers, de la Taille des Faux et du nord-est de la Mare à Goriaux (très ponctuel), il se rencontre également dans une Chênaie dominée par le Chêne pédonculé. Cette dernière formation a été décrite par LERICQ en 1965 sous le nom de Chênaie à *Carex elongata*, proche de l'association érigée par KOCH. Ce *Carex* constitue également, au nord-ouest de la Mare à Goriaux, une petite Cariçaie découverte qui serait la strate herbacée d'un *Carici elongatae-Alnetum* dont le peuplement ligneux serait disparu à la suite d'un engorgement en eau prolongé. Cette situation se retrouve également en certains points des Prés Charniers.

10. — *Carex flacca* Schreb. (= *Carex glauca* Scop.)

La Laïche glauque caractéristique du *Bromion erecti*, figure ici en tant qu'espèce compagne dans un *Carici remotae-Fraxinetum* Koch 1926, groupement de caractère atlantique atténué s'étendant à proximité de la Drève du Prince dans la série de Thermal. Le couvert arborescent est constitué de *Fraxinus excelsior* et d'*Alnus glutinosa* ; la strate arbustive comporte en particulier *Prunus padus*. Le recouvrement herbacé est très important : *Carex pendula*, *Carex remota*, *Rumex sanguineus*, espèces caractéristiques du groupement, sont présents. *Tamus communis* existe également.

11. — *Carex flava* L.

La Laïche jaune fait partie du cortège floristique de l'*Ericetum tetralicis* de la Sablière du Lièvre.

12. — *Carex hudsonii* A. Benn. (= *Carex stricta* Good., = *Carex elata* auct.)

Les grands touradons de la Laïche raide sont visibles aux Prés-Charniers, en bordure de la Départementale 151, et dans la Taille des Faux. Il relève du *Caricetum elatae* Koch 1926. Notons la présence de ce grand *Carex* dans la strate herbacée de l'Aulnaie à *Carex riparia* du Bois des Eclusettes, ainsi que dans celle d'une Chênaie à *Carex riparia* aux Rouges Carrières dans le Bois des Eclusettes.

13. — *Carex nigra* (L.) Reich. (= *Carex goodenowii* Gay = *Carex goodenoughii* Aschers. = *Carex vulgaris* Fr.)

La Laïche vulgaire ceinture ou perce les bombements de *Sphagnum fimbriatum* du *Sphagno-Betuletum pubescentis*, association provisoire, occupant les marges nord et ouest de la Mare à Goriaux et le cœur des parcelles de Bassy. Elle abonde également dans l'*Ericetum tetralicis* de la Sablière du Lièvre.

14. — *Carex ovalis* Good. (= *Carex leporina* auct.)

Quelques individus de cette espèce pionnière des *Nardetalia* se développent dans des dépressions argileuses à proximité de la Mare à Goriaux.

15. — *Carex otrubae* Podp. (= *Carex nemorosa* Rehbent = *Carex subbulpina* Senay)

Les touffes de cette espèce du *Magnocaricion*, plus précisément du

Caricetum vulpinae Nowinsky 1927, sont visibles au Prussien sur le terril arasé enrichi de terres végétales dans des groupements relevant de l'*Agropyro-Rumicion*. Cette espèce longtemps confondue avec *Carex vulpina*, rare dans notre région, est très courante dans l'Ostrevent où on la découvre souvent dans les groupements prairiaux des *Molino-Arrhenatheretca*.

16. — *Carex pallescens* L.

Il figure dans un groupement des *Arrhenatheretalia* étudié par LERICQ au Mont des Bruyères. L'analyse floristique permet à l'auteur de rapprocher cette formation, où existent entre autres *Saxifraga granulata*, *Pimpinella magna*, *Anthoxanthum odoratum*, de l'*Arrhenatheretum deschampsietosum* décrit en Belgique et en Allemagne.

17. — *Carex panicea* L.

Il participe également à ce groupement des *Arrhenatheretalia*.

18. — *Carex pendula* Huds. (= *Carex maxima* Scop.)

Ce grand *Carex* abonde dans le *Carici remotae-Fraxinetum* où il détermine une sous-association définie par les auteurs allemands : le *Carici remotae-Fraxinetum* Koch 1926 *caricetosum pendulae* Tüx. 1937. Il envahit les layons perpendiculaires à la Drève du Prince et les clairières de la série de Thermal où il forme des Cariçaias luxuriantes quasiment dépourvues de ligneux.

19. — *Carex pilulifera* L.

Cette calcifuge stricte, différentielle du *Quercion*, a été notée dans le canton Kaurin par LERICQ en 1965 dans un *Querceto sessiliflorae-Betuletum molinietosum* Tüx. 1937. Elle domine dans l'ourlet du *Fago-Quercetum* Tüx. 1955, Chênaie-Hêtraie acidiphile, situé au Carrefour Vert.

20. — *Carex pseudo-cyperus* L.

Un faciès du *Cicuto-Caricetum pseudo-cyperii* Boer 1942, où la Laïche faux-souchet est nettement cespiteuse, est présent aux Prés Charniers. Ce groupement, exempt de *Cicuta virosa*, se retrouve sous une forme appauvrie au niveau de quelques « antennes » ornithologiques de la Mare à Goriaux.

21. — *Carex remota* Jusl. ex L.

Cette espèce est caractéristique du *Carici remotae-Fraxinetum* de la série de Thermal.

22. — *Carex riparia* Curt.

Des populations de Laïche des rives se développent dans un fossé large et profond de l'enclave du Luron, dans la Grande Trétoire à Cataïne et à Hasnon. D'autres s'étendent en pleines eaux (30 cm en août, 70 cm en septembre) à la pointe nord-ouest de la Mare à Goriaux. Ces Cariçaias représentant, selon les auteurs, un faciès du *Caricetum gracilis* Hueck ou du *Caricetum ripario-acutiformis* Koblet, correspondent à des lieux inondés, rarement exondés.

Une Aulnaie mésotrophe à *Carex riparia*, où l'espèce forme faciès,

a été décrite par LERICQ en 1965 en forêt de Wallers. L'auteur rapproche cette Aulnaie mésotrophe du *Carici elongatae-Alnetum*. Ce groupement existe également à Hasnon au Bois des Eclusettes. Une saulaie à *Salix cinerea* et *Salix x guinieri*, où la Laïche des rives dresse ses lourds épis brunâtres, est présente dans les bas-fonds des Rouges-Carières dans le bois des Eclusettes. Elle s'identifie au *Salicetum cinereae* à *Carex riparia*. Une Chênaie à *Carex riparia* se situe également dans les bas-fonds très humides de Saint-Amand-Thermal. LERICQ (1965) a rapproché cette Chênaie du *Carici elongatae-Alnetum* « avec lequel elle possède des affinités certaines » selon l'auteur.

23. — *Carex sylvatica* Huds.

Cette espèce des *Fagetalia* est bien représentée dans la strate herbacée du *Carici remotae-Frazinetum* de Saint-Amand - Thermal.

24. — *Carex vesicaria* L.

La Laïche vésiculeuse existe à Saint-Amand - Thermal dans la Chênaie à *Carex* apparentée au *Carici elongatae-Alnetum*. LERICQ en fait d'ailleurs une différentielle d'une sous-association à *Carex elongata* de ce groupement.

CONCLUSION

GODON (1909), dans les « Caractéristiques de la Flore du Département du Nord », note la disparition de *Carex laevigata* Smith. et de *Carex pauciflora* Lightf. précédemment cités par LESTIBOUDOIS, DESMAZIERES, HECART. D'autres espèces, figurant dans les listes floristiques établies par l'auteur dans son travail de synthèse, n'ont pas été revues.

Ainsi semblent avoir disparu :

- dans la forêt : *Carex extensa* Good., *Carex divulsa* Stokes, *Carex trinervis* Degl. (détermination douteuse en raison de ses affinités écologiques : sables humides et dépressions des dunes littorales) ;
- sur les bords des fossés et des mares : *Carex ampullacea* Good. (rencontré couramment au début de ce siècle) ;
- au Mont des Bruyères : *Carex polyrrhiza* Wahl. (= *Carex umbrosa* Hoppe).

Cette disparition semble liée à plusieurs facteurs :

- travaux d'aménagement qui ont bouleversé certains sites botaniques remarquables telle la tourbière du Mont des Bruyères ;
- transformation du réseau routier interne, par introduction de schistes ou macadamisage, qui a réduit la végétation spécifique des grandes laies forestières ;
- effondrements miniers qui ont permis l'extension d'hélophytes banaux tels *Carex acutiformis* et *Carex riparia* aux dépens de groupements forestiers plus complexes ;
- pollution atmosphérique et pollution aquatique qui favorisent les espèces polléorésistantes. Ainsi, il faut noter le rejet des sulfates et des chlorures par les Houillères dans la Mare à Goriaux, le déversement de










produits soufrés tel Na_2SO_4 et H_2SO_4 , de détergents, d'huiles de vidange, etc... dans le Jard, en passe de devenir un milieu totalement abiotique, et dans l'étang d'Amaury.

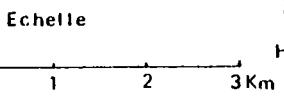
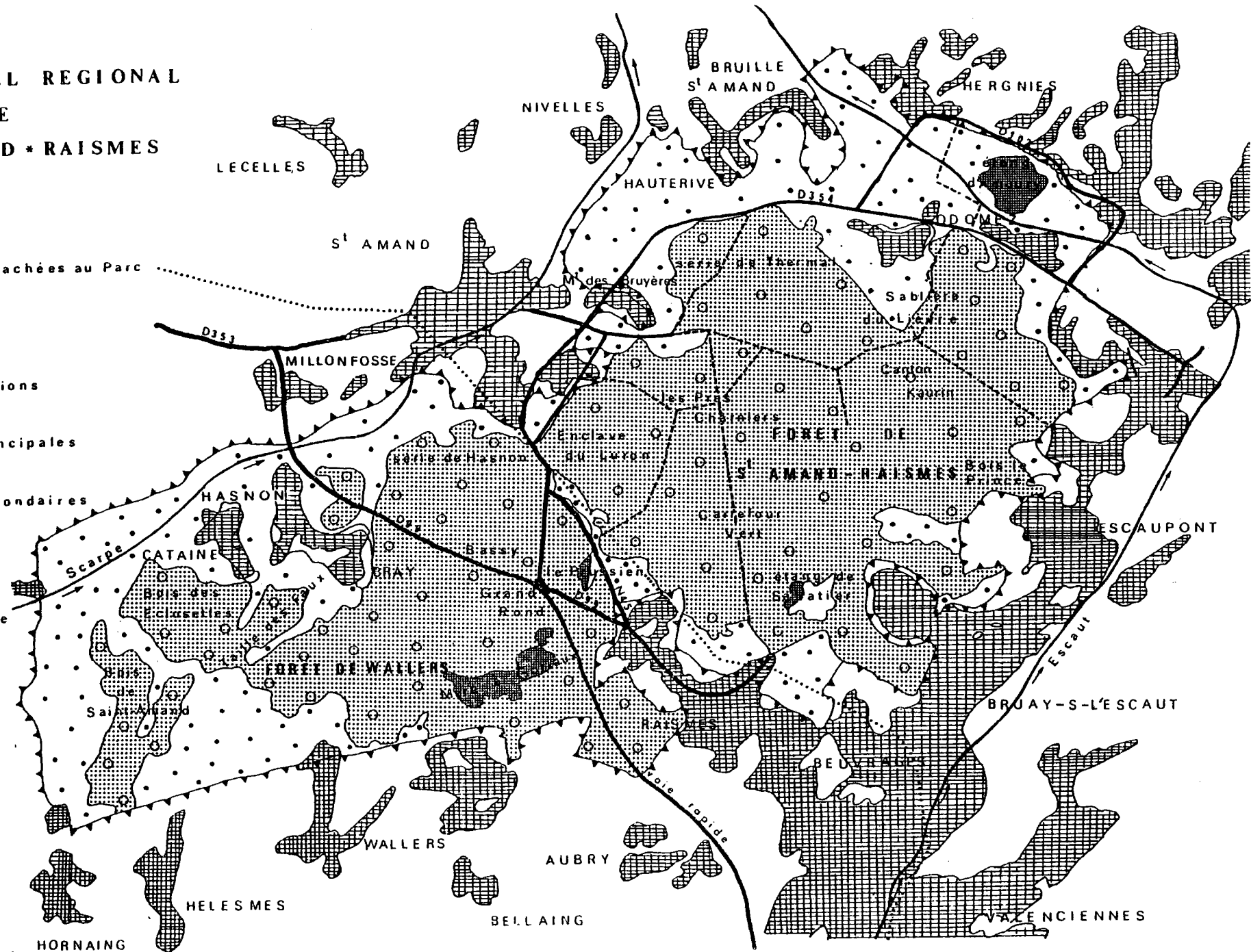
BIBLIOGRAPHIE

- BERTON A. et A. LACHMANN, 1954. — Le *Carex vulpina* L. dans le Nord. *Bull. Soc. Bot. N. France* 6 (1-2) : 51-54.
- BONNIER G. et G. DE LAYENS, 1955. — Nouvelle flore du Nord de la France et de la Belgique. *Libr. gén. Enseign.*, Paris : 309 p.
- BOURNERIAS M., 1968. — Guide des groupements végétaux de la région parisienne. *S.E.D.E.S.*, Paris : 290 p.
- DURIN L. et R. LERICQ, 1963. — La lande à *Erica* de la forêt de Saint-Amand-les-Eaux. *Bull. Soc. Bot. N. France* 16 (1) : 47-51.
- DE LANGHE J.E., L. DELVOSALLE, J. DUVIGNEAUD, J. LAMBINON et C. VANDEN BERGHEN, 1973. — Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines. Ed. *Patrimoine Jard. bot. nat. Belgique*, Bruxelles : 597-621.
- DOING H., 1974. — Synopse des associations végétales. *Coll. Chênaies acidiphiles*, Lille, oct. 1974 : 1 p.
- GEHU J.M., 1967. — Parc naturel et réserves botaniques en forêt de Saint-Amand-les-Eaux. *Sc. et Nature* 81, Paris : 8 p.
- GEHU J.M., 1973. — Unités taxonomiques et végétation potentielle du Nord de la France. *Doc. phytosoc.* 4 : 1-22.
- GEHU J.M., 1973. — Notes de Paléo-Phytosociologie récente dans le Parc régional de Saint-Amand. I : La butte du Mont des Bruyères. *Doc. phytosoc.* 4 : 41-43.
- GEHU J.M. et M. BON, 1973. — Unités supérieures de végétation et récoltes mycologiques. *Doc. mycol.* 6 : 1-4.
- GODON J., 1909. — Caractéristiques de la flore du département du Nord. Lille et région du Nord en 1909. *Danel imp.* Lille : 41 p.
- HUSNOT P.T., 1906. — Cypéracées — Description et figures des Cypéracées de France, de Suisse et de Belgique. *A. Domin imp.*, Caen : 83 p., 24 pl.
- I.G.N. — Carte du P.N.R. de Saint-Amand-Raismes, éd. 1970.
- LERICQ R., 1965. — Contribution à l'étude des groupements végétaux du Bassin français de l'Escaut. *Thèse Doct. Etat*, Lille : 153 p.
- MERIAUX J.L., 1974. — Etude de la végétation de la Mare à Goriaux. Parc naturel régional de Saint-Amand-Raismes. *D.E.A. Lille* : 56 p., 6 tabl.
- OBERDORFER E., 1970. — Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. *Ulmer Verl.*, 3. Aufl. : 152-180.
- OBERDORFER E. et coll., 1967. — *Schr. -Reihe Veget. -Kunde* 2, Bad Godesberg : 7-63.

Université de Lille II
Laboratoire de Systématique et Ecologie Végétales
Rue Professeur-Laquesse
F - 59045 LILLE Cedex

PARC NATUREL REGIONAL DE SAINT-AMAND * RAISMES

-  Forêts
-  Prairies rattachées au Parc
-  Etangs
-  Agglomérations
-  Routes principales
-  Routes secondaires
-  Rivières
-  Voie ferrée
-  Limites du Parc



Sonderdruck aus / Tirage à part de / Reprint from:

Berichte der Internationalen Symposien
der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde

Syntaxonomie

(Rinteln 31.3.-3.4. 1980)

Redaktion

Hartmut Dierschke



1981 · J. CRAMER

In der A.R. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft

FL-9490 VADUZ

INCIDENCES DU DEGRE DE CONNAISSANCE TAXONOMIQUE
EN SYNSYSTEMATIQUE

II. LE CAS DES VEGETATIONS AQUATIQUES

Jean-Luc Meriaux et Jean-Marie Gêhu

RESUME

L'absence de détermination spécifique (genre *Callitriche*) dans de nombreuses études, les déterminations incertaines car basées sur des clés d'identification sujettes à caution (genre *Ranunculus*, *Callitriche*, *Potamogeton*, *Chara*) engendrent des incertitudes profondes dans la connaissance et la classification de plusieurs associations de la classe des Potametea. L'imprécision des sous-espèces, variétés, la non désignation des morphoses de nombreux taxons liés aux eaux vives ou stagnantes (fo. *fluitans*, fo. *stagninus*, fo. *submersa* ...) amènent les mêmes remarques. Quelques exemples sont donnés: *Ranunculetum aquatilis* et *Ranunculetum peltati*, rôle phytosociologique de différentes espèces de Renoncules et de 7 espèces du genre *Callitriche* ...

Faute d'une rigoureuse détermination spécifique et infraspécifique, l'utilisation d'un grand nombre de travaux à des fins de synthèse à l'échelle de l'Europe se trouve remise en question.

SUMMARY

The absence of specific determination (*Callitriche* species) in many surveys, doubtful determinations because based on uncertain identification keys (*Ranunculus* species, *Callitriche* species, *Potamogeton* species) lead to deep uncertainties concerning the knowledge and classification of several associations in the Potametea class. The indefiniteness of under-species, varieties, the non-designation of the morphosis of numerous taxons linked to flowing or stagnating waters (fo. *fluitans*, fo. *stagninus*, fo. *submersa* ...) lead to the same remarks. A few examples are given with: *Ranunculetum aquatilis* and *Ranunculetum peltati*, phytosociological part of *Ranunculus* and of seven *Callitriche* species ...

Consequently using a great number of earlier works to make synthesis on a European scale becomes unsafe.

Les problèmes de synsystème posés lors de l'étude des végétations aquatiques (Potametea, Charetea, Ruppiete a) sont nombreux. Ils sont étroitement liés à la bonne détermination des Charophytes, Bryophytes mais aussi à celle des espèces de plusieurs genres de Spermatophytes et

de leurs sous-espèces, variétés, morphoses liées au courant ou au battement du plan d'eau qui les abritent. Trois genres de Spermatophytes sont particulièrement concernés: ce sont les genres *Ranunculus*, *Callitriche* et *Potamogeton*.

Déjà KAPP & SELL en 1965 montraient l'intérêt de la précision dans la détermination des hydrophytes relevés dans les biotopes fluviatiles et lacustres. Mais cette nécessité de détermination très fine et d'indication des morphoses apparaît surtout à l'examen des tableaux de synthèse des Potame - t e a pour le Sud de l'Allemagne d' OBERDORFER (1977). Elle est également posée lors de la définition des caractéristiques du R a n u n c u l i o n f l u i t a n t i s dans l'étude de MERIAUX (1977) axée sur l'analyse de la végétation aquatique des étangs et marais du Nord de la France.

I. GENRE RANUNCULUS

La détermination des différentes espèces de Renoncules n'est pas sans poser de sérieux problèmes. Ils apparaissent notamment lors de la distinction de *Ranunculus aquatilis* L. et de *R. peltatus* Schrank et aussi, à un degré moindre, il est vrai, de *Ranunculus aquatilis* L. et *R. baudotii* Godr., espèces pouvant peupler un même biotope et présenter des hybrides. Comme nous l'avons montré dans une étude récente axée sur une meilleure connaissance des espèces du genre *Ranunculus* et plus précisément des trois espèces déjà mentionnées (GEHU & MERIAUX 1981), ces problèmes de taxonomie conditionnent une correcte délimitation des associations de ces hydrophytes. Les travaux de COOK (1966), par l'usage des critères morphologiques et caryologiques, ont montré la nécessité d'une séparation réelle de *Ranunculus aquatilis* L. et de *Ranunculus aquatilis* L. var. *peltatus* Schrank, qui doit être élevée au rang d'espèce, *Ranunculus peltatus* Schrank. Un important dépouillement bibliographique a permis de constater que certains auteurs admettaient l'existence d'un R a n u n c u l e - t u m a q u a t i l i s défini par SAUER en 1945 et que d'autres, plus nombreux, s'appuyant vraisemblablement sur la monographie de COOK, reconnaissaient le R a n u n c u l e t u m p e l -

t a t i de SEGAL (1967) ou le considèrerait comme un synonyme de *Ranunculetum aquatilis*.

En fait l'étude précise de la distribution géographique de ces Renoncules et de leur écologie nous a permis de séparer nettement le *Ranunculetum aquatilis* du *Ranunculetum peltati*, associations vicariantes, la première à répartition atlantique-sublantique, peuplant les eaux fortement minéralisées, la seconde à aire plus continentale et développée dans des eaux souvent moins minéralisées. Le *Ranunculetum baudotii* quant à lui se substitue au *Ranunculetum aquatilis* dans les biotopes saumâtres à subsaumâtres du littoral (tableau n° 1).

Notre étude a de même précisé la place phytosociologique des autres espèces du sous-genre *Batrachium*, entre autres de *Ranunculus penicillatus* (Dum.) Bab. et de *R. trichophyllus* Chaix souvent confondues entre elles mais aussi avec *Ranunculus peltatus*, dans les biotopes à eaux courantes (tableau n° 2).

Tableau n° 1: *Ranunculetum baudotii*, *Ranunculetum aquatilis*, *Ranunculetum peltati*

	1	2	3
Caractéristiques d'associations :			
CA <i>Ranunculus baudotii</i>	v ²⁵	I ⁺	
<i>Ranunculus baudotii</i> { <i>R. aquatilis</i> ? <i>R. trichophyllus</i>	I ¹		
CA <i>Ranunculus aquatilis</i>		v ²⁵	
CA <i>Ranunculus peltatus</i>			v ⁺⁵
Différentielles de sous-association :			
<i>Callitriche platycarpa</i>	I ^{+(?)}	III ²⁴	IV ¹⁵
<i>Callitriche hamulata</i>		I ⁺³	I ²
Différentielles de variante :			
<i>Tolypella glomerata</i>	I ⁺		
<i>Vaucheria dichotoma</i>		I ⁴⁵	
<i>Chara vulgaris</i>		I ^{r1}	
<i>Vaucheria geminata</i>		I ³	
<i>Chara globularis</i>		+ ²	
Espèces des Potamogeta :			
<i>Zannichellia palustris</i>	II ¹	I ⁺¹	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	II ¹²	+ ²	
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	I ¹	I ⁺²	
<i>Elodea canadensis</i>		I ⁺⁴	
<i>Callitriche obtusangula</i>		I ⁺¹	II ⁺²
<i>Potamogeton pusillus</i>	II ¹		I ¹
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>natans</i>	I ²		
<i>Hottonia palustris</i>		I ⁺¹	
<i>Utricularia australis</i>		+ ²	
<i>Potamogeton densus</i>		+ ²	
<i>Ranunculus penicillatus</i>		+ ²	
<i>Utricularia</i> sp.			+ ⁺
Espèces des Ruppietea :			
<i>Ruppia cirrhosa</i>	III ⁺¹		
Autres espèces :			
<i>Agrostis stolonifera</i>	IV ²²	I ^{r2}	II ⁺
<i>Oenanthe phellandrium</i>	II ⁺⁴	I ⁺¹	I ²
<i>Spyrogyra</i> sp.	II ⁺²	I ⁺³	
<i>Galium palustre</i>	I ¹	+ ⁺	
<i>Lemna minor</i>		II ⁺³	II ⁺
<i>Glyceria fluitans</i>		I ¹	II ⁺¹
<i>Rorippa amphibia</i>		I ⁺¹	II ⁺¹
<i>Glyceria declinata</i>		I ¹	I ⁺
<i>Ranunculus sceleratus</i>		I ⁺	I ¹
<i>Lemna trisulca</i>		+ ⁺	I ¹
<i>Drepanocladus aduncus</i>		I ⁺²	I ⁺
<i>Phragmites australis</i>	I ¹		
<i>Glyceria plicata</i>	I ⁺		
<i>Cerantus laschenalii</i>	I ^r		
<i>Eleocharis palustris</i>	I ⁺		

<i>Scirpus maritimus</i>	I ^r		
<i>Scirpus lacustris</i>	I ^l		
<i>Agropyron repens</i>	I ^r		
<i>Rumex crispus</i>	I ^r		
<i>Vaucheria</i> sp.	I ^l		
<i>Juncus supinus</i>	I ^l		I ⁺ 1
<i>Alisma plantago-aquatica</i>			+
<i>Mentha aquatica</i>			+
<i>Cicuta virosa</i>			+
<i>Sium erectum</i>			+
<i>Sparganium erectum</i> subsp. <i>erectum</i>			+
<i>Ranunculus acer</i>			+
<i>Equisetum palustre</i>			+
<i>Zygnema</i> sp.			+4
<i>Vaucheria</i> sp.			+3
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>			+
<i>Nasturtium officinale</i>			+2
<i>Myosotis scorpioides</i>			
<i>Calliergonella cuspidata</i>			II ⁺ 1
<i>Drepanocladus fluitans</i>			II ⁺
			+
Nombre total d'espèces	23	39	19

II. GENRE POTAMOGETON

La détermination des variétés, l'indication des formes des différentes espèces sont très importantes pour la délimitation et la dénomination correctes des associations (KAPP & SELL 1965, MERIAUX 1977). En voici quelques exemples:

- POTAMOGETON PECTINATUS L.
 fo. *stagninus* → Potametum pectinati Carstensen 1955
 (= ? var. *scoparius*)
- fo. *fluviatilis* } → Sparganio-Potametum pectinati Hilbig 1971
 (= ? var. *vulgaris*) } → Potamo (perfoliati) - Ranunculetum fluitantis W. Koch 1926
- POTAMOGETON PERFOLIATUS L.
 var. *typicus* → Potametum lucentis Hueck 1931
 var. *cordo-lanceolatus*
- POTAMOGETON CRISPUS L.
 var. *planifolius* → caractéristique des Potametea
 var. *longifolius* → Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959

Tableau n° 2: Les espèces du sous-genre *Batrachium* et leur signification synsystematique**RANUNCULUS AQUATILIS L.**

Caractéristique du *Ranunculetum aquatilis*
Sauer (1945) 1947 (A₁)

RANUNCULUS BAUDOTII Godron

Caractéristique du *Ranunculetum baudotii* Br.-Bl.
1952 (A₃)

(= *Callitricho-Ranunculetum*
Br.-Bl. 1951 em. Mol. et Tallon 1969)

(= *Callitricho-Ranunculetum*
baudotii (Br.-Bl. 1951) Den Hartog et
Segal 1963)

RANUNCULUS CIRCINATUS Sibth

Caractéristique des *Potametea*

Optimum dans le *Myriophyllo-Nupharetum*
W. Koch 1926 (A₁)

RANUNCULUS FLUITANS Lamk

Caractéristique du *Ranunculion fluitantis*

Optimum dans le *Ranunculo (fluitanti) -*
Sietum erecto-submersi
(Roll 1939) Th. Müller 1962

et le *Potamo-Ranunculetum flui-*
tantis W. Koch 1926

RANUNCULUS HEDERACEUS L.

Caractéristique du *Ranunculetum hederacei*
(R. Tüxen et Diemont 1936) Libbert 1940 (A₄)

RANUNCULUS PELTATUS Schrank

Caractéristique du *Ranunculetum peltati* (Segal 1967)

fo. *fluvialis*

différentielle du *Callitricho (hamulatae) -*
Myriophylletum alterni-
fiori (Steusloff 1933) Weber-Oldecop 1967 (A₂)

RANUNCULUS PENICILLATUS (Dumortier) Babington et

R. PENICILLATUS (Dumortier) Babington var. *calcareus*

Caractéristique du *Ranunculion fluitantis*

Optimum dans le *Ranunculo (penicillati) -*
Sietum erecto-submersi
ass. nov.

et le *Callitrichetum obtusangu-*
lae Seibert 1962

RANUNCULUS TRICOPHYLLUS Chaix in Villars

Caractéristique des *Potametea*

Optimum dans les phytocoenoses du *Nymphaeion*

fo. *fluvialis*

Caractéristique du *Ranunculion fluitantis*

Optimum dans le *Ranunculo (penicillati) -*
Sietum erecto-submersi
ass. nov.

et le *Callitrichetum obtusangu-*
lae Seibert 1962

IV. OUTRE CES TROIS GENRES DONT LA DETERMINATION DES ESPECES
POSENT DE SERIEUX PROBLEMES

Il convient aussi d'indiquer avec précision les variations ou morphoses suivantes qui n'apparaissent pas dans les mêmes groupements et possèdent donc une signification synécologique certaine:

SAGITTARIA SAGITTIFOLIA

fo. *submersa*
var. *vallisnerifolia*

SPARGANIUM EMERSUM

fo. *fluitans* (morphose liée au courant)
var. *longissimum* (fixé génétiquement, abondante dans les eaux polluées)

SCIRPUS LACUSTRIS

fo. *fluitantis*

NUPHAR LUTEA

fo. *submersa*

ZANNICHELLIA PALUSTRIS

subsp. *palustris*
fo. *fluviatilis*
fo. *stagninus*

CONCLUSION

Les confusions de détermination des espèces du sous-genre *Batrachium*, l'absence de bonne définition des variétés ou formes des espèces de *Potamogeton*, l'absence fréquente de détermination des espèces du genre *Callitriche* (notées *Callitriche* sp. dans les tableaux alors que, rien que dans le nord de la France il en existe 7 espèces), posent le problème de l'utilisation possible des nombreux tableaux d'association de la classe des Potametea lors des synthèses synsystématiques à grande échelle et incitent à réfléchir sur la valeur réelle de plusieurs associations et sur la définition exacte de leur aire.

Tels sont par exemple:

Ranunculetum aquatilis } associations synonymisées par
Ranunculetum peltati } la plupart des phytosociologues
alors qu'en fait vicariantes

Callitrichetum obtusangulae

Veronico-Callitrichetum stagnalis (?)
 Veronico-Callitrichetum platycarpae (?)
 Ranunculo (fluitanti) -
 Sietum erecto-submersi }
 Ranunculo (penicillati) - } associations vicariantes
 Sietum erecto-submersi }

Le Ranunculo penicillati-Sietum erecto-submersi ass. nov. (MERIAUX: en préparation 1981; Contribution à l'étude synécologique des végétations aquatiques et subaquatiques du nord de la France) possède une répartition atlantique et subatlantique et le Ranunculo fluitanti-Sietum erecto-submersi une répartition plus continentale.

La définition de nombreuses associations d'hydrophytes, de leurs variations (sous-associations, variantes, races géographiques) et de leur aire se trouve par là même remise en cause.

BIBLIOGRAPHIE

- COOK, C.D.K. -1966- A Monography Study of Ranunculus subgenus Batrachium (DC.) A. Gray. - Mitteil. Bot. Staatssamml. 6: 47-237. München.
- GEHU, J.-M. & MERIAUX, J.-L. -1981- Distribution et synécologie des Renoncles (présenté à la Société botanique de France le 21 mars 1980).
- GUERLESQUIN, M. & MERIAUX, J.-L. - Les Charophytes du nord de la France (répartition, localisation phytocoenologique et écologie). - En préparation pour 1981.
- KAPP, E. & SELL, Y. -1965- Les associations aquatiques d'Alsace. 1ère Partie: Strasbourg et ses environs. - Bull. Ass. philom. Als.-Lorr. 12: 67-78. Strasbourg.
- MERIAUX, J.-L. -1977- Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du nord de la France (vallée de la Sensée et bassin houiller du Nord- pas-de-Calais). - Thèse Doct. 3e cycle. - Doc. Phytosoc. (1978) NS 4: 250 pp., 5 tabl. Lille.
- Le genre Callitriche dans le nord de la France (répartition, localisation phytocoenologique et écologie). - En préparation pour Lejeunia 1981.
 - Contribution à l'étude synécologique des végétations aquatiques et subaquatiques du nord de la France. - En préparation pour 1981.
 - & VERDEVOYE, P. - Les phytocoenoses à Callitriche obtusangula Le Gall.- En préparation pour 1981.
- OBERDORFER, E. -1977- Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. - 311 pp. G. Fischer Verlag, Jena.

WESTHOFF, V. & DEN HELD, A.J. -1969- Pflanzen Gemeinschaften in Nederland.-
324 pp. Zutphen.

WIEGLEB, G. -1978- Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydro-
chemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewäs-
sern. - Arch. Hydrobiol. 83: 443-484. Stuttgart.

Studies on Aquatic Vascular Plants

edited by

J. J. Symoens, S. S. Hooper and P. Compère

OFFPRINT



Brussels
1982

ESPÈCES RARES OU MENACÉES DES BIOTOPES LACUSTRES ET FLUVIATILES DU NORD DE LA FRANCE

PAR

J.-L. MÉRIAUX (1)

SUMMARY. – *Rare or endangered species of lacustrine and riverine biotopes in the North of France.* – The examination of ancient records of the regional flora (19th and beginning of 20th century), those made more recently, their comparison with present day literature and the results of our own investigations from 1970 to 1980, show the disappearance from the territory of some species characteristic of stagnant or running water biotopes (*Marsilea quadrifolia*, *Potamogeton acutifolius*, *P. compressus*, *P. gramineus*, *P. nodosus*) and the decrease of others (*Ranunculus hederaceus*, *Stratiotes aloides*, *Limosella aquatica*, ...). The causes are drainage, straightening of the streams, acceleration of eutrophication, pollution, etc. The rare or endangered species of Pteridophytes and Spermatophytes are listed. Their degree of rarity is defined by a coefficient calculated from the map documentation of the French-Belgian Floristic Institute :

$$\frac{\text{number of squares in which the species appears}}{\text{number of squares in the surveyed territory}}$$

(All the squares – 4 by 4 km – do not include suitable habitats, but the ones that include an aquatic biotope can be estimated as 4 out of 5.)

Forty hydrophyte species are considered. Among the most remarkable hydrophytes are *Ceratophyllum submersum*, *Ranunculus tripartitus*, *Callitriche truncata* ssp. *occidentalis*, *C. palustris*, *C. brutia*, *Utricularia australis*, *Luronium natans*, *Najas marina*, *Potamogeton friesii*, *P. obtusifolius*, *Ruppia cirrhosa*. The helophytes, as well as the hemicryptophytes, geophytes and therophytes associated with still and running water biotopes and having a high degree of rarity are likewise listed. A tentative evaluation of regional biotopes, as reserves of species, very rare or menaced at regional, national and even international level, can be made with the help of this floristic catalogue.

Le territoire concerné comprend les départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme. Le réseau hydrographique y est particulièrement développé : Escaut, Somme, Canche, Authie, Aa, Liane, Hem et leurs affluents. À ces grands biotopes à eaux courantes il faut ajouter le système de canaux ou watergangs de la plaine maritime flamande. Les biotopes lacustres sont aussi très nombreux : clairs, issus d'un tourbage ancien et marais de la vallée de la Sensée, de la vallée de la Somme, étangs nés d'affaissements miniers du bassin

(1) Laboratoire de Botanique, Université des Sciences et Techniques de Lille, F-59655 Villeneuve d'Ascq (France) ; et Institut européen d'Écologie, Rue des Récollets, F-57000 Metz (France).

houillier du Nord-Pas-de-Calais, Marais de Guines et de St-Omer, marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde, «collections» de mares prairiales de la Flandre intérieure et de l'Avesnois.

Les examens des travaux anciens de floristique concernant le département du Nord de HECART (1836), BOULAY (1878, 1879, 1880), GODON (1909), du Pas-de-Calais de MASCLER (1886), de la Somme de VICQ & BRUTTELETTE (1865) montrent qu'un nombre important d'hydrophytes semblent être disparus depuis la fin du XIX^e et le début du XX^e siècle : *Potamogeton acutifolius*, *P. compressus*, *P. gramineus*, *Pilularia globulifera*, alors que d'autres sont en nette régression : *Stratiotes aloides*, *Ranunculus hederaceus*, *R. tripartitus*, *R. baudotii*.

Les causes des disparitions ou des raréfactions sont multiples :

- drainage (Marais d'Emmerin, de Santes et d'Ansoine dans le Nord) ;
- rectification des berges des cours d'eaux avec utilisation de matériaux inertes ;
- pollutions industrielles (Lys, Deûle, Somme en aval de Péronne, Canche en aval d'Hesdin) ou rurales liées aux pratiques agricoles ou à l'élevage (Sensée, Authie) ;
- plus récemment mise au grand gabarit de l'Escaut avec disparition de toute une série d'étangs à la flore riche et très diversifiée.

D'autres sont en relation étroite avec le développement spectaculaire de populations d'espèces animales initialement étrangères à la région (rat musqué) ou ayant bénéficié de mesures de protection accordées à des biotopes (foulque, anatidés).

Les travaux anciens précités, ceux plus récents ou actuels de GÉHU (1959), WATTEZ (1968), DUVIGNEAUD (1971), MÉRIAUX (1977), les données de l'Atlas de la Flore belge et luxembourgeoise (1979), les résultats de nos prospections menées au cours de ces dix dernières années ont été utilisés dans la définition du degré de rareté des espèces. Celui-ci peut se concevoir sous forme d'un coefficient exprimé à l'aide de la grille de l'Institut floristique franco-belge de la façon suivante :

$$\frac{\text{nombre de carrés où figure l'espèce}}{\text{nombre de carrés constituant le territoire considéré} \times 4/5}$$

(Tous les carrés ne comprennent pas de biotope aquatique mais l'on peut estimer à 4/5 ceux qui en recèlent.)

Exemple : *Potamogeton obtusifolius* $\frac{3}{1100 \times 4/5} = \frac{3}{880}$.

L'estimation générale prend également en compte l'ouvrage de DELVOSALLE *et al.* (1969), «Plantes rares ou menacées de disparition de Belgique : l'appauvrissement de la flore indigène», qui permet une remarquable comparaison avec les observations réalisées dans un territoire voisin connu et parfaitement délimité.

Deux grandes lignes de rareté sont à considérer :

- la rareté absolue (internationale ou nationale),
- la rareté en relation avec la répartition géographique :
 - . espèces en limite d'aire
 - . espèces à aire fortement disjointe,

et plusieurs cas de figure peuvent être en fait distingués :

1. Espèces très rares sur le plan régional, mais aussi national, voire international : rareté absolue : partout en régression constante et menacées de disparition à plus ou moins brève échéance : *Potamogeton obtusifolius*, *P. friesii*, *P. polygonifolius*, *P. trichoides*, *Luronium natans*, *Baldellia ranunculoides*, *Najas marina*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ranunculus hederaceus*, *Stratiotes aloides*, *Callitriche brutia*, *Limosella aquatica*.

2. Espèces rares au niveau régional aux stations allant en diminuant rapidement et en passe de devenir très rares : *Potamogeton coloratus*, *P. perfoliatus*, *P. densus*, *Nymphaea alba* var. *minor*.

3. Espèces assez rares aux stations également en régression et devenant rares : *Potamogeton lucens*, *Myriophyllum verticillatum*.

4. Espèces très rares ou rares à répartition hétérogène :

– espèces limitées au littoral, liées aux eaux subsaumâtres à saumâtres : *Ruppia cirrhosa*, *Ranunculus baudotii* ;

– espèces au caractère subatlantique marqué, *Ranunculus aquatilis*, *R. penicillatus*, relayées vers l'intérieur des terres par des espèces au caractère nettement plus continental, respectivement *Ranunculus peltatus*, *R. tripartitus* et *R. fluitans* ;

– espèces limitées à des sous-régions précises : *Hottonia palustris* (rare dans la vallée de la Scarpe, de la Somme, les marais arrière-littoraux, l'Avesnois, absent ailleurs), *Oenanthe fluviatilis* (rare dans la vallée de la Somme, absent ailleurs).

5. Espèces très rares ou rares à apparition épisodique mais très abondantes dans leurs stations : *Azolla filiculoides*, *Wolffia arrhiza*.

6. Espèces très rares inconnues dans la dition ou en semblant disparues et découvertes récemment : *Callitriche palustris*, *C. truncata* ssp. *occidentalis*, *Ceratophyllum submersum*, *Potamogeton alpinus*.

7. Espèces très rares ou rares souvent confondues avec des espèces moins rares et dont la distribution reste à définir : *Utricularia australis* (avec *U. vulgaris*), *Potamogeton berchtoldii* (avec *P. panormitanus*), *Callitriche stagnalis* (avec *C. platycarpa*).

8. Espèces semblant totalement disparues de la dition : *Marsilea quadrifolia*, *Pilularia globulifera*, *Potamogeton compressus*, *P. acutifolius*, *P. gramineus*, *P. nodosus*.

Les hélrophytes, hémicryptophytes, géophytes et thérophytes⁽²⁾ liés aux biotopes aquatiques et ayant un haut degré de rareté ont également été passés en revue.

Cet inventaire nous a permis d'ébaucher une définition et une hiérarchisation des biotopes ou complexes de biotopes régionaux, réservoir d'espèces très rares ou rares menacées de disparition.

Milieus à eaux stagnantes :

– Marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde : Marais de Cucq-Villiers : Neuville-Marais, Marais de Platon, Larronville, Cantereine à Rue.

(2) Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres ou fluviatiles du nord-ouest de la France (Pteridophytes et Spermatophytes), à paraître en intégralité dans *Natura Mosana*.

- Étangs et marais de la vallée de la Somme entre la Chaussée-Tirancourt et Abbeville : étangs et marais de Marcuil-Caubert, Marais de Long, Marais de la Chaussée-Tirancourt.
- Étangs et marais de la vallée de la Sensée d'Écourt-St-Quentin à Arleux : Grand-Marais d'Écourt et de Saudemont, Marais d'Arleux.
- Étangs et marais de la vallée de la Sensée de Rumaucourt à Palluel : Petit Béquerel et Grand Béquerel à Écourt-St-Quentin, Grand-Clair de Palluel, Grand-Marais de Rumaucourt.
- Étangs et marais de la vallée de la Somme entre Abbeville et Sagneville : Marais de Mautort.
- Ensemble des étangs d'affaissements miniers du massif forestier de St-Amand : Mare à Goriaux, Étang du Prussien, étangs de la série de St-Amand et de la Scarpe.
- Étang de la Lobiette à Anor.
- Étang de la Folie à Wallers-Trélon et Trélon.
- Étang du Château de la Motte à Liessies.
- Étangs et marais de la vallée de la Sensée entre Hem-Lenglet et Paillencourt : Grand-Clair de Wasnes-au-Bac.
- Marais de Guines.
- Marais de St-Omer.
- Complexe de mares prairiales à Maroilles.

Milieux à eaux courantes :

- l'Aa entre Rumilly et Elnes :
- la Hem entre Clerques et Ostove :
- la Course (affluent de la Canche) :
- ensemble des watergangs des Attaques et d'Andres :
- la Canche entre Berlencourt-le-Cauroy et Aubrometz.

Ces biotopes de valeur biologique internationale ou nationale ou régionale méritent une protection intégrale.

Un grand nombre d'hydrophytes des biotopes lacustres et fluviatiles du Nord de la France sont en raréfaction, plusieurs d'entre eux sont en voie de disparition. Il en est de même des autres espèces plus ou moins inféodées aux milieux aquatiques. Seule la mise en réserve des biotopes d'intérêt primordial possédant encore des espèces peut stopper ce mécanisme. Des mesures urgentes sont à prendre dans ce sens. Tout retard dans la prise en considération de l'appauvrissement qualitatif de notre flore régionale peut avoir en effet des conséquences irréversibles.

RÉFÉRENCES

- BOULAY, N., 1878-1879-1880. - Révision de la flore des départements du Nord de la France. I : Bibliographie et explorations : 63 p. II : Explorations : 46 p. III : Explorations : 60 p. Impr. Quarre, Lille.
- DELVOSAILLE, L., DEMARET, F., LAMBINON, J. & LAWALRÉE, A., 1969. - Plantes rares ou disparues ou menacées de disparition en Belgique : l'appauvrissement de la flore indigène. *Serv. Rés. Nat. Dom. Conserv. Nat., Trav.* 4 : 127 p.

- DUVIGNEAUD, J., 1971. — L'association à *Littorella uniflora* et *Eleocharis acicularis* dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.* 104 : 235-252.
- GÉHU, J.-M., 1959. — Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. *Vegetatio* 10 (1961) : 69-148, 161-209, 257-372.
- GODON, J., 1909. — Caractéristiques de la Flore du Département du Nord. *In* Lille et la région du Nord en 1909, 2 : 79-119. Danel, Lille.
- HÉCART, G., 1836. — Florula Hannoniensis. *Mém. Soc. Agr. Arts-Valenciennes* 2 : 153-208.
- MASCLEF, A., 1886. — Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département du Pas-de-Calais. 1 : 111 p. et 2 : 213 p. Savy, Paris.
- MÉRIAUX, J.-L., 1977. — Étude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). *Doc. phytosoc.*, n.s. 4 (1978) : 1-244.
- VAN ROMPAEY, E. & DELVOSALLE, L., 1979. — Atlas de la Flore belge et luxembourgeoise. Ptéridophytes et Spermatophytes, ed. 2 : 1542 cartes. Jard. Bot. Nat. Belgique, Meise.
- VICQ, E. DE & BRUTELETTE, B. DE, 1865. — Catalogue des plantes vasculaires du département de la Somme : 120 p. Buez, Abbeville.
- WATTEZ, J.-R., 1968. — Contribution à l'étude des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde : 382 p., 74 tabl. Thèse Doct. État Pharmacie, Lille.

ESPÈCES RARES OU MENACÉES
DES BIOTOPES LACUSTRES ET FLUVIATILES
DU NORD-OUEST DE LA FRANCE
(PTÉRIDOPHYTES ET SPERMATOPHYTES)

par

J.-L. MÉRIAUX (*)

Le territoire concerné comprend les départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme. Le réseau hydrographique y est particulièrement développé : Escaut, Somme, Canche, Authie, Liane, Aa et leurs affluents, auxquels il faut ajouter le système de canaux de la plaine maritime flamande. Les biotopes lacustres sont aussi très nombreux : clairs et marais de la vallée de la Sensée et de la vallée de la Somme, étangs nés d'affaissements miniers du bassin houiller Nord-Pas-de-Calais, Marais de Guines et de St-Omer, marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde, «collections» de mares prairiales de la Flandre intérieure et de l'Avesnois.

L'examen des travaux anciens de floristique, aux données parfois par ailleurs peu précises concernant les départements du Nord (HÉCART 1836, BOULAY 1878-1879-1880, GODON 1909), du Pas-de-Calais (MASCLEF 1886) et de la Somme (VICQ et DE BRUTELETTE 1865), montre qu'un grand nombre d'espèces inféodées au milieu aquatique semblent être disparues : *Potamogeton acutifolius*, *P. compressus*, *Isoetes lacustris*, *Pilularia globulifera*, *Poa palustris*, alors que d'autres sont en nette régression : *Cicuta virosa*, *Stratiotes aloides*, *Carex appropinquata*, *C. rostrata*, *Ranunculus lingua*, *Menyanthes trifoliata* ... Les causes de ces disparitions ou de ces raréfactions sont diverses. Certaines sont directement liées à l'homme et à ses activités :

(*) J.-L. MÉRIAUX : Laboratoire de Botanique, Université de Lille I, F-59655 Villeneuve d'Ascq Cedex et Institut Européen d'Écologie, F-57000 Metz (France).

- drainage (Marais d'Emmerin, de Santes et d'Ancoines-Nord) ;
- rectification des berges des cours d'eaux avec utilisation de matériaux inertes ;
- accélération des phénomènes d'eutrophisation liés à l'industrie, au tourisme (vallées de la Sensée, de la Somme, de l'Authie), pollutions industrielles (Lys, Deûle, Escaut, Somme en aval de Péronne, Canche en aval d'Hesdin) ou rurales liées aux pratiques agricoles ou à l'élevage (Authie, Sensée ...), et plus récemment mise au grand gabarit de l'Escaut avec disparition de toute une série d'étangs à la flore riche et diversifiée (MÉRIAUX, 1978a).

D'autres sont en relation étroite avec le développement spectaculaire de populations d'espèces animales initialement étrangères à la région (Rat musqué) (MÉRIAUX 1978b) ou ayant bénéficié de mesures de protection accordées à des biotopes (Foulque, Anatidés).

Inversement, des néophytes comme *Elodea nuttallii* et *E. ernstae* sont apparus mais ils se limitent à quelques stations.

Nous nous bornerons dans cette note à signaler les espèces de Ptéridophytes et de Spermatophytes qui nous ont semblé les plus intéressantes. Nous avons tenu compte des travaux anciens précités, de ceux récents ou actuels de GÉHU (1961), BERTON (1964), LERICQ (1965), WATTEZ (1968), DUVIGNEAUD (1971 et 1972), DUVIGNEAUD et SCHOTSMAN (1977), MÉRIAUX (1978a et 1979), SOTIAUX (1979), BOURNÉRIAS et al. (1981), des données de la Nouvelle Flore de la Belgique et du Nord de la France (DE LANGHE et al. 1978) et de celles de l'Atlas de la Flore belge et luxembourgeoise (VAN ROMPAEY et DELVOSALLE 1979). La plupart des stations citées dans ces études ont été visitées afin de juger de leur actualité ou de leur disparition. Mais nous nous sommes surtout appuyé sur les résultats de l'ensemble de nos prospections menées au cours de ces 10 dernières années. En ce qui concerne les espèces du sous-genre *Batrachium* et du genre *Callitriche*, nous n'avons donné ici que des renseignements assez synthétiques : la répartition détaillée de ces plantes et leur cartographie figureront dans deux travaux en cours de réalisation (GÉHU et MÉRIAUX à paraître, MÉRIAUX à paraître).

Le degré de rareté des espèces se définit à partir d'un coefficient exprimé à l'aide de la grille I.F.F.B. (Institut Floristique Franco-Belge) de la façon suivante :

$$\frac{\text{nombre de carrés où figure l'espèce}}{\text{nombre de carrés constituant le territoire considéré}}$$

Tous les carrés ne comprennent pas de biotope aquatique mais l'on peut évaluer à 4/5 ceux qui en recèlent.

Nous avons distingué l'échelle de rareté suivante :

- 0 à 1 % : très rare
- 1 à 10 % : rare
- 10 à 25 % : assez rare
- 25 à 50 % : assez commune
- 50 à 75 % : commune
- plus de 75 % : très commune

$$\text{Exemple : } \textit{Potamogeton obtusifolius} \frac{3 \text{ carrés}}{1100 \text{ carrés} \times \frac{4}{5}} = \frac{3}{880}$$

donc espèce très rare.

Deux grands types de rareté seraient à considérer :

- la rareté absolue (internationale ou nationale) ;
- la rareté en relation avec la répartition géographique :
 - . espèces en limite d'aire,
 - . espèces à aire fortement disjointe.

Nous nous sommes en fait borné à exprimer pour chaque taxon la rareté «globale» dans la dition ou rareté régionale intrinsèque. L'estimation prend également en considération l'ouvrage «Plantes rares, disparues ou menacées de disparition en Belgique : l'appauvrissement de la flore indigène» (DELVOSALLE et al. 1969).

La liste fournie adopte l'ordre systématique et la nomenclature de la Nouvelle Flore de la Belgique et du Nord de la France (DE LANGHE et al. 1978).

Pour chaque taxon, nous indiquerons :

- le nom,
- la présence dans le territoire,
- la localisation générale avec, pour les espèces les plus rares, mention des stations accompagnées éventuellement des coordonnées I.F.F.B.,
- l'association végétale à laquelle appartient l'espèce dans la dition,
- la cause ou les causes principales de la raréfaction de la plante considérée.

Ophioglossum vulgatum L. – Rare au niveau des pannes des dunes, très rare à absent ailleurs. Prairies hygrophiles des dépressions interdunaires, vallée de la Sensée (Pecquencourt, Ecourt-St-Quentin⁽¹⁾), vallée de la

(1) Communication personnelle de D. PETIT.

Scarpe (à proximité de la confluence avec l'Escaut). Associations des *Molinietalia*. Assèchements, drainage.

Osmunda regalis L. — Très rare. Aulnaie des forêts de Flines-lès-Mortagne et de Desvres ; bétulaie à sphaignes de la Taille des Faux à Cataine, mais aussi Mare à Goriaux en forêt de St-Amand. *Osmundo-Alnetum* et *Sphagno-Betuletum*. Assèchements. À protéger.

Thelypteris palustris SCHOTT. — Assez rare mais abondant dans les sites où il est présent. Étangs des vallées de la Sensée et de la Somme, Marais de Guines, les Marais d'Hasnon dans la vallée de la Scarpe, bas-marais de la plaine alluviale picarde. *Thelypterido-Phragmitetum* ou groupement pionnier en marge des radeaux flottants. Assèchements, drainage.

Dryopteris cristata (L.) A. GRAY. — Très rare. Marais de la vallée de la Somme (Marais de Long). *Salicetum cinereae* et *Cirsio-Alnetum*. Assèchements. À protéger.

Azolla filiculoides LAM. — Rare mais abondant lorsqu'il apparaît en un biotope. Marais de Saint-Omer, watergangs de la plaine maritime flamande (canaux de Bergues), étangs et marais nés d'affaissements miniers. *Lemnetum gibbae*. Apparition «épisode».

Nymphaea alba L. subsp. *occidentalis* (OSTENF.) HYL. — Rare. Quelques étangs de la vallée de la Somme (Sailly-Laurette, Breilly, Frise, Condé-Folie, Mareuil-Caubert ...) et marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais de Balançon à Airon, la Grande-Canarderie à Rang-du-Fliers). *Myriophyllo-Nupharetum* et *Nymphaeetum minoris*. Eutrophisation et pollutions.

Ceratophyllum submersum L. — Très rare. Une seule station à notre connaissance : mare prairiale de la plaine maritime picarde (Marquenterre) à Morlay (H22 56). *Ceratophylletum submersi*. À rechercher.

Ranunculus lingua L. — Très rare, en nette régression. Marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais de Neuville, de Ponthoile-Romaine, de Villiers, de la Canarderie à Rang-du-Fliers), marais de la vallée de la Sensée (Marais d'Arleux), Marais de Guines, marais de la vallée de la Somme (la Chaussée-Tirancourt, Sailly-le-Sec), étang de la Folie à Trélon et Wallers-Trélon. *Scirpo-Phragmitetum*. Assèchements, pollutions. À protéger.

Ranunculus hederaceus L. — Très rare, en régression constante. Marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (fossés du pré communal de Larronville, H22 36 ; ornières du pré communal de St-Josse, G22 35) et Bas-Boulonnais (pré communal d'Ambleuse, E22 35). *Ranunculetum hederaceae*. Assèchements. À rechercher.

Ranunculus tripartitus DC. — Très rare, en voie de disparition. Mares prairiales de l'Avesnois. *Ranunculetum peltati*. Pollutions, mais peut-être aussi causes naturelles.

Ranunculus peltatus SCHRANK. — Assez commun dans les mares prairiales de l'Avesnois mais absent ailleurs dans le territoire (exception : fossé parallèle à la Traitoire à Rieulay dans le Nord, et un fossé de la Série de St-Amand dans le massif forestier de St-Amand-Raismes). *Ranunculetum peltati*. Espèce en limite d'aire dans la dition.

Ranunculus baudotii GODR. — Assez rare à rare dans les eaux subsau-mâtres à saumâtres des marais arrière-littoraux, absent à l'intérieur des terres. *Ranunculetum baudotii*. Assèchements, aménagements du littoral.

Ranunculus penicillatus (DUM.) BAB. — Rare, mais présent en abondance dans des rivières de l'Artois (Canche et ses affluents, Aa et Hem) ainsi que dans des fossés de drainage de la forêt de St-Amand. *Ranunculo (penicillati)-Sietum erecti-submersi* et *Callitrichetum obtusangulae*. Pollutions.

Ranunculus fluitans LAM. — Rare dans le bassin de la Sambre (Helpe Majeure, Thure) ; absent ailleurs dans le territoire. *Ranunculo (fluitanti)-Sietum erecti-submersi*. Pollutions. Espèce en limite d'aire dans la dition.

Stellaria palustris RETZ. — Très rare. Marais de la vallée de la Somme (la Chaussée-Tirancourt), vallée de l'Escaut. Associations du *Magnocaricion* et du *Filipendulion*. Assèchements. À rechercher.

Rumex maritimus L. — Rare. Marge d'étangs nés d'affaissements miniers (vallées de l'Escaut, de la Scarpe) et d'étangs arrière-littoraux. *Rumicetum maritimi*. Disparition de nombreux étangs suite à la mise au grand gabarit de l'Escaut.

Rumex palustris SMITH. — Très rare. Marge d'étangs nés d'affaissements miniers (vallées de l'Escaut, de la Scarpe) et de mares prairiales à St-Omer et à Flêtre. *Ranunculetum scelerati*. Disparition de nombreux étangs suite à la mise au grand gabarit de l'Escaut.

Rumex × limosus THUILL. — Très rare. Marge de marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (marais du pré communal de Laronville, St-Quentin-en-Tourmont). Associations du *Bidention tripartiti*. Assèchements.

Polygonum minus HUDS. — Très rare. Berges des étangs nés d'affaissements miniers dans le massif forestier de St-Amand, grèves exondées de l'étang de la Folie à Trélon (J4 42) et de l'étang de la Lobiette à Anor (K4 21, 22). Associations du *Bidention tripartiti*. À rechercher.

Hypericum elodes L. — Très rare. Inconnu dans la Somme, disparu dans le Nord, connu en deux stations dans le Pas-de-Calais : mares du pré

communal de Beaumont à Racquinghem (FO 12) et lande tourbeuse au bois de St-Josse (G22 26). Groupements de l'*Hypericion elodis*. À rechercher.

Elatine hexandra (LAPIERRE) DC. — Très rare. Grèves d'étangs aux eaux oligotrophes et mésotrophes. Étang de la Galoperie à Anor (K4 11), étang de la Neuve-Forge à Anor (K4 21), étang de la Lobiette à Anor (K4 21, 22), Grand-Étang de la Motte à Liessies (J3 38). Groupements des *Cypere-talia fuscae* et du *Littorellion*. À rechercher.

Nasturtium microphyllum (BOENNINGH.) AIRY-SHAW. — Semble très rare. Étangs de la vallée de la Sensée. *Nasturtietum officinalis* et *Nasturtietum microphylli*. À rechercher.

Hottonia palustris L. — Assez rare dans les étangs de la vallée de la Sensée, les étangs et les mares nés d'affaissements miniers du massif forestier de St-Amand, les marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde, les mares prairiales de l'Avesnois ; très rare à absent ailleurs. *Hottonietum palustris*. Assèchements et pollutions.

Comarum palustre L. — Assez rare dans les marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais de Cantereine, Marais de Bancs à Villers-sur-Authie) ; semble absent ou disparu ailleurs. Groupements du *Caricion canescentis-fuscae*. Pollutions.

Lathyrus palustris L. — Très rare, en nette régression. Marais de Guines, marais de la Chaussée-Tirancourt (vallée de la Somme), quelques marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais de St-Josse, de St-Aubin). Associations du *Magnocaricion elatae*, du *Molinion caeruleae* et du *Filipendulion*. Assèchements, drainage.

Hippuris vulgaris L. — Assez rare dans les étangs des vallées de la Sensée, de la Somme et dans les marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde ; très rare à absent ailleurs. *Eleocharito-Hippuridetum* et *Myriophyllo-Nupharetum* pour la forme submergée. Assèchements et pollutions.

Myriophyllum verticillatum L. — Rare, en régression. Étangs des vallées de la Somme et de la Sensée, quelques marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais de Romaine). *Myriophyllo-Nupharetum*. Pollutions et assèchements.

Myriophyllum alterniflorum DC. — Très rare, en voie de disparition. Fossés de marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (fossés à Berck-Plage). *Callitricho-Myriophylletum alterniflori* et groupements du *Littorellion*. Eutrophisation et pollutions.

Euphorbia palustris L. — Très rare. Marais d'Epagnette (J21 31), de

Mareuil-Caubert (J22 38) et de Long (J21 43), vallée de la Somme. Groupements du *Filipendulion* et du *Magnocaricion*. À rechercher.

Apium inundatum (L.) REICHENB. — Espèce méditerranéo-atlantique. Très rare à rare au niveau du littoral ; absent ailleurs. Marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (pré communal de Laronvillé, Marais de Platon), Hable d'Ault, garennes de Wimereux, bois de St-Josse, mares du plateau d'Helfaut et mares du pré communal de Wadrecques (près St-Omer), étang de la Lobiette à Anor (K4 21, 22). *Eleocharitetum multicaulis* et associations du *Littorellion*. Eutrophisation et pollutions, assèchements.

Cicuta virosa L. — Très rare, en nette régression. Étangs des vallées de la Sensée (Grand-Clair de Wasnes-au-Bac, H2 32, et de Palluel, H1 37) et de la Somme (étang de Feuillères, K1 22). *Cicuto-Caricetum pseudocyperii* et autres groupements du *Phragmition* et du *Magnocaricion*. Assèchements et pollutions.

Oenanthe fluviatilis (BAB.) COLEM. — Rare à très rare suivant les secteurs, en nette régression ou disparu dans l'est et le nord de la dition, semble en progression dans la basse vallée de la Somme : bras de la Somme à Mareuil, rivières la Maye, la Trie, le Scardon et l'Omignon (ces 3 dernières étant des affluents de la Somme), fonds d'étangs (au niveau des sources infra-aquatiques) de la vallée de la Sensée (Grand-Marais d'Ecourt-St-Quentin). *Callitrichetum obtusangulae* et autres groupements du *Ranuncullion fluitantis*. Pollutions.

Oenanthe fistulosa L. — Rare. Prairies hygrophiles de la dition mais aussi bord des eaux : Marais de Guines, marais des vallées de la Somme, de l'Escaut et de la Scarpe, marais arrière-littoraux, mares prairiales de l'Avesnois. Associations du *Magnocaricion*, de l'*Agropyro-Rumicion* et du *Calthion*. Assèchements.

Peucedanum palustre (L.) MOENCH. — Rare. Quelques étangs et marais des vallées de la Somme (Marais de Long et de la Chaussée-Tirancourt), de la Sensée (Marais d'Arleux, de Palluel), de l'Authie et marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais des Bancs à Villers-sur-Authie). Groupements du *Phragmition* et de l'*Alnion*. Assèchements et pollutions.

Menyanthes trifoliata L. — Très rare, en nette régression. Quelques marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais de Cantereine et de Neuville), Marais de Mareuil-Caubert, rares localités du bassin de la Sambre (Ors, Landrecies). Groupements des *Scheuchzerietalia*. Assèchements, eutrophisation et pollutions.

Teucrium scordium L. — Très rare. Le Grand-Vivier à Wandignies-Hamage (G2 53). Groupements du *Magnocaricion*. Assèchements. À rechercher.

Callitriche stagnalis Scop. — Rare (biotopes acidophiles) ; en fait très souvent confondu avec *Callitriche platycarpa*, espèce très répandue. Fossés, mares et ornières des chemins du massif forestier de St-Amand, mais aussi stations isolées (Lac du Val-Joly, forêt d'Hesdin, pré communal d'Ambleteuse, étang du Bois de l'Épinoy à Libercourt). Groupements du *Nymphaeion* et du *Nano-Cyperion* (forme terrestre). Assèchements et pollutions.

Callitriche truncata Guss. subsp. *occidentalis* (ROUY) SCHOTSMAN. — Très rare. Quelques stations dans la Hem (Recques-sur-Hem, E21 35 ; Guemy, E21 34 ; Nordausques E21 35), l'Aa (Elnes, F21 16 ; Ouve-Wirquin, Merck-sur-Liévin, Hervarre, F21 36), watergangs d'Andres, plaine maritime flamande (Andres et les Attaques). *Ranunculo (penicillati)-Sietum erecti-submersi* et *Callitrichetum obtusangulae*. Espèce peu connue, découverte en 1978 dans la région, à rechercher. Sensible aux pollutions.

Callitriche palustris L. — Très rare. Une seule station connue à ce jour : Grand-Étang de la Motte à Liessies (J3 38). *Callitricho-Sparganietum angustifolii* et autres groupements du *Littorellion*. Espèce sensible aux pollutions. À rechercher.

Callitriche hamulata Kütz. — Très rare, disséminé. Massif forestier de St-Amand ; mares prairiales de l'Avesnois, mais aussi étangs de la Motte à Liessies et de la Lobiette à Anor, marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Laronville). *Callitrichetum hamulatae*, *Ranunculetum peltati* et *Ranunculetum aquatilis*, mais également groupements du *Nano-Cyperion* (forme terrestre). Assèchements et pollutions.

Callitriche brutia PETAGNA. — Très rare, en fait peut-être disparu de la dition. Une seule station connue sur le plateau d'Helfaut mais signalée la dernière fois par BERTON en 1948 ! Groupements du *Nymphaeion (Ranunculetum aquatilis)* mais aussi du *Nano-Cyperion* (forme terrestre). À rechercher.

Littorella uniflora (L.) ASCHERS. — Très rare et localisé dans les eaux oligotrophes et mésotrophes des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde, pannes humides des dunes de Merlimont et de Cayeux, étang de la Neuve-Forge à Anor, Grand-Étang de la Motte à Liessies, étang de la Lobiette à Anor ; disparu ailleurs. Groupements du *Littorellion (Samolo-Littorelletum et Littorello-Eleocharitetum)*. Eutrophisation et pollutions, assèchements.

Limosella aquatica L. — Très rare, en voie de disparition. Grèves des étangs oligotrophes ou mésotrophes. Étang de la Neuve-Forge (K4 21), Grand-Étang de la Motte à Liessies (J3 38). Groupements du *Nano-Cyperion*. À rechercher.

Scrophularia umbrosa DUM. — Très rare. Une seule station connue avec certitude dans la dition : berge de la Sambre à Pont-sur-Sambre (H3 44). Associations des *Phragmitetea*. À rechercher.

Pedicularis palustris L. — Très rare. Marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais de Cantereine, Villers-sur-Authie, Airon). Groupements des *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. Assèchements.

Utricularia vulgaris L. — Rare. Grand-Clair de Palluel, vallée de la Sensée (H1 37), fossé de St-Quentin-en-Tourmont, plaine alluviale picarde, quelques mares prairiales du bassin de la Sambre (Aulnoye-Aymeries, H3 53 ; Ors, J2 38). *Hydrocharito-Stratiotetum aloidis*. Eutrophisation et pollutions, assèchements.

Utricularia australis R. BROWN. — Très rare. Mare à Goriaux en forêt de St-Amand (G2 55). *Utricularietum australis* et autres groupements du *Nymphaeion* ou du *Potamion*. Pollutions, assèchements.

Utricularia minor L. — Très rare. Marais de Cucq-Villiers (G22 35) et de Neuville (G22 45), plaine alluviale picarde et Marais de Mautort (J22 28), vallée de la Somme. *Scorpidio-Utricularietum*. Pollutions, assèchements.

Utricularia intermedia HAYNE. — Très rare (eaux stagnantes oligotrophes). Marais de Cucq-Villiers (G22 25) et de Neuville (G22 45), plaine alluviale picarde. Associations du *Sphagno-Utricularion (Scorpidio-Utricularietum)*. Eutrophisation et pollutions, assèchements.

Butomus umbellatus L. — Rare. Quelques étangs et marais des vallées de la Sensée (Grand-Clair de Palluel et Wasnes-au-Bac), de l'Escaut (étang de Trith), de la Scarpe (Marais de Wandignies-Hamage), Marais de Guines, watergangs de la plaine maritime flamande, fossés des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Verdon, Rang-du-Fliers, St-Quentin-en-Tourmont, Waben, la Haie-Penée, Noyelles) et son affluent l'Helpe (Willies). *Butometum umbellati* et autres groupements du *Phragmition*. Assèchements, mise sous drains des watergangs.

Luronium natans (L.) RAFIN. — Très rare ; semblait disparu de la dition, retrouvé en 1979 dans les Marais de Mareuil-Caubert (J21 31) dans la vallée de la Somme. Normalement dans les groupements du *Littorellion* mais dans le cas présent groupements du *Ranunculion fluitantis*. Eutrophisation et pollutions, assèchements. Selon CAUSSIN (1907), la plante était loin d'être rare dans la vallée de la Somme.

Alisma gramineum LEJ. — Très rare. Bord d'étang aux eaux oligotrophes à mésotrophes. Étang de la Folie à Trélon (J4 42). Groupements du *Littorellion* et du *Nanocyperion*. Pollutions, assèchements.

Baldellia ranunculoides (L.) PARL. — Très rare. Quelques stations dans les marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Merlimont, G22 35 ; Villers-sur-Authie, H22 26) et marais de Mautort à Cambron (J22 28), dans la vallée de la Somme. Associations du *Littorellion lacustris*. Eutrophisation et pollutions, assèchements.

Baldellia repens (LAM.) v. OOSTSTR. ex LAWALRÉE. — Très rare, une station connue à l'étang de la Lobiette à Anor (K4 21, 22) où il a été confondu avec *Baldellia ranunculoides* (2). Groupements du *Littorellion lacustris*. Espèce sensible à l'eutrophisation et aux pollutions. À rechercher.

Elodea nuttallii (PLANCH.) ST. JOHN. — Très rare mais en progression ; espèce apparue en Europe en 1939, découverte pour la première fois dans la région en 1975. Quelques étangs de la vallée de la Sensée (Marais d'Arleux et d'Ecourt-St-Quentin, Grand-Clair de Palluel), Marais de Mareuil-Caubert dans la vallée de la Somme, fossés de la région de Mortagne et Marais de l'Epaix dans la vallée de l'Escaut. Associations du *Potamion* et du *Nymphaeion*, groupement pionnier dans les biotopes «neufs». À rechercher.

Elodea ernstae ST. JOHN. — Très rare, découvert pour la première fois dans la région en 1977 dans la Traitoire, affluent de la Scarpe (G2 35, G2 45, G2 46), puis en 1979 dans un chenal au niveau de l'étang de Trith (H2 16), vallée de l'Escaut au sud de Valenciennes. *Callitrichetum obtusangulae* et autres associations du *Ranunculion fluitantis*. À rechercher.

Stratiotes aloides L. — Très rare, en nette régression. Marais de St-Omer (EO 41) et Marais de Guines (E21 12). *Hydrocharito-Stratiotetum*. Eutrophisation et pollutions, assèchements.

Najas marina L. — Assez rare dans la vallée de la Somme (Marais de Mareuil-Caubert, Long, Frise) ; une seule station connue ailleurs (Mare à Goriaux en forêt de St-Amand). En régression. *Najadetum marinae* et autres groupements du *Potamion*, mais aussi du *Nymphaeion*. Causes de la raréfaction à déterminer.

Potamogeton densus L. — Rare, en régression. Eaux courantes mésotrophes à faiblement eutrophes calciques : la Hem, la Course (affluent de la

(2) Communication personnelle de J. DUVIGNEAUD.

Canche), bras de l'Authie (Roussent) et étangs ou mares alimentés par des sources infra-aquatiques, eaux calcaires peu profondes. Petit Béquerel à Ecourt-St-Quentin (vallée de la Sensée), mares prairiales de l'Avesnois, fossés des marais de la plaine alluviale picarde. Associations du *Ranunculion fluitantis*. Eutrophisation et pollutions, assèchements.

Potamogeton friesii RUPR. — Très rare, mais abondant dans ses stations. Quelques étangs et marais de la vallée de la Sensée (Petit Béquerel, H1 47 et Grand-Marais d'Ecourt-St-Quentin, H1 37, 47 ; Marais d'Arleux, H1 37), étangs de la vallée de la Somme (Mareuil-Caubert, J21 31) et quelques watergangs de la plaine maritime flamande (rivière des Bouzats et rivière du Haut-Banc, E21 12). Associations du *Potamion* et du *Nymphaeion*. Pollutions. À rechercher.

Potamogeton obtusifolius MERT. et KOCH. — Très rare. Marais d'Arleux (H1 36) dans la vallée de la Sensée ; étangs du Marais de Carvin et du Bois de l'Epinoy de Libercourt (G1 25), nés d'affaissements miniers dans la vallée de la Deûle ; étang Wagnier à Thivencelles (G2 38) dans la vallée de la Hayne, cette dernière station ayant disparu en 1978 lors de la mise au grand gabarit de l'Escaut. *Potametum obtusifolii* et associations du *Potamion*. Pollutions et assèchements. À rechercher.

Potamogeton trichoides CHAM. et SCHLECHT. — Très rare, mais abondant dans ses stations. Petit Béquerel (H1 47) et Grand-Marais d'Ecourt-St-Quentin (H1 37) dans la vallée de la Sensée ; courant Wacheux à Wandignies-Hamage (G2 53) dans la vallée de la Scarpe ; étangs nés d'affaissements miniers du Calvaire du Jubilé et de la fosse St-Pierre à Thivencelles (G2 38) dans la vallée de la Hayne ; ces dernières localités, les plus remarquables de la dition, ont été détruites lors de la mise au grand gabarit de l'Escaut. *Potametum trichoidis* et autres groupements du *Potamion*. Assèchements, remblais. À rechercher.

Potamogeton panormitanus BIV. — Rare dans la plaine alluviale picarde (mares prairiales à Airon et Romaine) ; très rare ou absent ailleurs (Mare à Goriaux, étangs de Carvin, étang du Prussien à Raismes, étangs de Fresnes-sur-Escaut). *Potametum pusillo-graminei* et autres associations du *Potamion*. Assèchements, remblaiements d'étangs (Fresnes) et de mares.

Potamogeton berchtoldii FIEB. — Très rare, mais surtout mal connu car confondu avec *Potamogeton panormitanus*. Étang du Bois de l'Epinoy à Libercourt (G1 35). Beaucoup plus sensible aux pollutions que *Potamogeton panormitanus*. À rechercher.

Potamogeton coloratus HORNEM. — Rare, dans les marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde et quelques fossés de tourbage de la

vallée de la Somme en aval d'Amiens ; absent ailleurs. *Potametum colorati*. Espèce indicatrice des eaux oligotrophes calciques, sensible aux pollutions.

Potamogeton perfoliatus L. — Rare. Quelques étangs et chenaux de la vallée de la Sensée (Arleux, Ecourt-St-Quentin) et de la vallée de la Somme, watergangs de la plaine maritime flamande (rivière du Haut-Banc), l'Helpe majeure, affluent de la Sambre (Sémeries). Associations du *Ranunculion fluitantis* et du *Potamion*. Assèchements, pollutions. À rechercher.

Potamogeton alpinus BALB. — Très rare. Connu seulement dans la rivière le Maillefeu à Mareuil-Caubert (J21 31), vallée de la Somme. Dans la dition, *Callitrichetum obtusangulae* et autres groupements du *Ranunculion fluitantis*, ailleurs *Potametum filiformis*. Eutrophisation et pollutions. À rechercher.

Potamogeton polygonifolius POURR. — Très rare. Localisé dans les eaux acides. Mare à Goriaux (G2 55) et dépression au nord de l'étang du Prussien (G2 45) dans le massif forestier de St-Amand ; Marais de St-Omer (EO 41). *Hyperico-Potametum oblongi*. Assèchements et pollutions.

Ruppia cirrhosa (PETAGNA) GRANDE. — Très rare. Localisé essentiellement dans les eaux subsaumâtres à saumâtres stagnantes ou faiblement courantes des mares et chenaux des zones poldériennes et littorales : fossé de drainage dans le Marais du Crotoy (H22 45). *Ruppietum maritimae* et *Ranunculium baudotii*. Pollutions, assèchements, destructions des sites lors de l'implantation de lotissements.

Juncus bulbosus L. subsp. *kochii* F. W. SCHULTZ. — Très rare. Etang du Prussien en forêt de St-Amand (forme flottante), le long des ruisseaux dans les aulnaies des forêts de Desvres, de Boulogne, de St-Josse, sur le plateau d'Helfaut. Groupements des *Littorelletea*. À rechercher.

Eriophorum gracile ROTH. — Très rare. Une seule station connue : mare près de la gare de St-Josse (St-Aubin, G22 35) dans la plaine alluviale picarde. *Caricetum limosae*. Eutrophisation, assèchements.

Eleocharis acicularis (L.) ROEM. et SCHULT. — Très rare à absent selon les districts. Grand-Marais d'Ecourt-St-Quentin (H1 37), vallée de la Sensée, pré communal de Laronville (H22 36), plaine alluviale picarde, Grand-Étang de la Motte à Liessies (J3 38), étang de la Folie à Trélon (J4 42), étang de la Lobiette à Anor (K4 21, 22), bassin de la Sambre. *Eleocharitetum acicularis* et diverses associations du *Littorellion lacustris*. Assèchements, pollutions. À rechercher.

Eleocharis quinqueflora (F. X. HARTM.) O. SCHWARTZ. — Très rare et uniquement dans les marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais de Cucq-Villiers, Merlimont, Villers-sur-Authie). *Eleocharitetum quinqueflorae* et autres groupements du *Sphagno-Utricularion*. Pollutions, assèchements.

Eleocharis ovata (Roth) ROEM. et SCHULT. — Très rare. Marge d'étangs aux eaux oligotrophes et mésotrophes, étang de la Galoperie à Anor (K4 11), Grand-Étang de la Motte à Liessies (J3 38). *Cypero-Limoselletum* et autres groupements du *Nano-Cyperion*. À rechercher.

Eleocharis uniglumis (LINK) SCHULTES. — Très rare ; localisé dans les bas-marais de la plaine alluviale picarde (Rang-du-Fliers ; Cucq-Villiers, Merlimont) ; semble absent ailleurs. *Eleocharitetum uniglumis*. Assèchements, pollutions. À rechercher.

Scirpus tabernaemontani C. C. GMEL. — Très rare, en nette régression ; lac d'Armbouts-Cappel, DO 32 (plaine maritime flamande). *Scirpetum tabernaemontani*. Assèchements.

Scirpus fluitans L. — Très rare. Biotopes oligotrophes acides : Marais de Platon et Larronville à Rue (H22 26) et Marais de St-Omer (EO 41), plateau d'Helfaut (F21 18), pré communal de Beaumont à Racquinghem (EO 12). *Scirpetum fluitantis* et autres associations du *Littorellion*. Eutrophisation et pollutions, assèchements.

Scirpus cariciformis VEST. — Très rare, présent avec *Eleocharis quinqueflora* en marge d'une dépression à Villiers (G22 25) dans les marais arrière-littoraux picards. Groupements de l'*Agropyro-Rumicion*. À rechercher.

Cyperus fuscus L. — Très rare. Grèves exondées d'étangs aux eaux oligotrophes ou mésotrophes : Grand-Étang de la Motte à Liessies (J3 38) et étang de la Folie à Trélon (J4 42). Groupements des *Cyperetalia fuscae*. Assèchements, pollutions. À rechercher.

Cladium mariscus (L.) POHL. — Assez rare dans les bas-marais de la plaine alluviale picarde (Villers-sur-Authie, Rang-du-Fliers, Airon, Merlimont, Cucq-Villiers) ; très rare ailleurs ; Marais de St-Simon dans la vallée de la Somme, le Marais du Haut à Rieulay dans la vallée de la Scarpe. *Cladietum marisci*. En nette régression en raison du drainage et de l'aménagement des zones marécageuses.

Schoenus nigricans L. — Assez rare dans les bas-marais alcalins de la plaine alluviale picarde (Cucq-Villiers, Berck, Merlimont) ; semble disparu ailleurs. *Schoenetum nigricantis*. Assèchements.

Carex diandra SCHRANK. — Très rare mais abondant dans ses stations. Semble essentiellement localisé dans les bas-marais de la plaine alluviale picarde (Cucq-Villiers, G22 25 ; Neuville-Marais, H22 46). *Caricetum diandrae* et autres associations de l'*Eriophorion gracilis*. Assèchements.

Carex appropinquata SCHUMACH. — Très rare. Bas-marais tourbeux de la plaine alluviale picarde (Marais de Mesnil), les vallées de la Somme (Mareuil-Caubert, J21 31 ; Sagneville, J22 17 ; la Chaussée-Tirancourt, K21 26) et de la Sensée (Wasnes-au-Bac, H2 32). *Caricetum appropinquatae*. Assèchements.

Carex curta GOOD. — Très rare, deux localités connues : Sablière du Lièvre (G2 37) et la Mare à Goriaux en forêt de St-Amand (G2 55), en limite d'aire (Europe centrale et septentrionale). *Carici canescentis-Agrostidetum caninae*. Assèchements et eutrophisation. Espèce en limite d'aire dans la dition.

Carex elongata L. — Très rare, en nette régression pour la dition. Massif forestier de St-Amand ; Mare à Goriaux (G2 55), marais de la série de Hasnon et étang du Prussien (G2 45) ; bassin de la Sambre : Grand-Étang de la Motte à Liessies (J3 38), étang du Val-Joly (J4 32). *Carici elongatae-Alnetum*. Assèchements.

Carex lasiocarpa EHRH. — Très rare, essentiellement localisé dans les tourbières basses alcalines de la plaine alluviale picarde (Marais de Cucq-Villiers, Airon et Merlimont). *Caricetum lasiocarpae*. Assèchements, eutrophisation et pollutions.

Carex rostrata STOKES. — Rare. Bas-marais de la plaine alluviale picarde (St-Josse, Ponthoile, Rue, Lannoy-lès-Rue), bassin de la Sambre (Landrecies, Liessies), vallée de la Sensée (Marais d'Arleux). *Caricetum rostratae*. groupements du *Magnocaricion*, mais aussi des *Scheuchzerio-Caricetea fuscae*. Pollutions, assèchements.

Carex vesicaria L. — Rare dans la dition. Stations isolées mais plus nombreuses vers l'est (Avesnois). St-Aubin (G22 35) ; Contes (E21 43), vallée de la Canche et Grégny (G21 55), vallée de la Ternoise (affluent de la Canche) ; Helfaut (F21 18) ; étangs de la série de St-Amand dans le massif forestier de St-Amand (G2 46) ; Vivier de Rodignies à Flines-lès-Mortagne (G2 27), le Grand-Vivier à Wandignies-Hamage (G2 53) ; Grand-Étang de la Motte à Liessies (J3 38), étang de la Folie à Trélon (J4 42) ; sources de l'Hogneau à Mecquignies (H3 33), carrière inondée à Limont-Fontaine (H3 56), la Sambre à Recquignies (H3 38), à Maroilles (J3 23) ; prairie inondée à Aulnoye-Aymeries (J3 14), fossé à Ors (J2 38).

dépression humide à Ancourt (H3 37). *Caricetum vesicariae*. Assèchements. À rechercher.

Carex limosa L. — Très rare. Une seule station connue : mare à proximité de la gare de St-Josse à St-Aubin (G22 35). *Caricetum limosae*. Assèchements et pollutions.

Sparganium minimum WALLR. — Rare, dans les biotopes oligotrophes à mésotrophes : mares et fossés des bas-marais de la plaine alluviale picarde (St-Aubin, Cucq-Villiers, Ponthoile) ; très rare ou absent ailleurs : étang de Sailly-le-Sec (vallée de la Somme). *Sparganietum minimi* et groupements du *Sphagno-Utricularion*, mais également groupements du *Nymphaeion*. Eutrophisation et pollutions, assèchements.

Acorus calamus L. — Assez rare à rare selon les districts, en régression sur l'ensemble du territoire. Marais de St-Omer et marais de la région de Béthune, vallées de la Scarpe et de l'Escaut, haute vallée de la Sambre. *Acoretum calami*. Assèchements. À rechercher.

Wolffia arrhiza (L.) HORK. ex WIMM. — Rare mais très abondant dans ses stations. Marais de la plaine alluviale picarde (St-Quentin-en-Tourmont, Rue, Merlimont) ; Marais de St-Omer ; étangs et marais des vallées de la Somme (Mareuil, Brie), de la Sensée (Wasnes-au-Bac) et de l'Escaut (Thivencelles), les localités de la vallée de l'Escaut ayant été détruites lors de la mise au grand gabarit du canal. *Lemnetum gibbae*, *Lemnetum trisulcae*, *Spirodeletum polyrhizae*. Assèchements, remblaiements.

Fritillaria meleagris L. — Existe dans la dition uniquement dans la basse vallée de la Somme dans les Marais d'Espagne-Epagnette (J21 31) et de Mareuil (J22 38). Groupements du *Filipendulion* et du *Calthion*. Assèchements, cueillette.

Liparis loeselii (L.) L. C. M. RICH. — Très rare. Tourbière de Cucq (G22 25) et Marais de Neuville (H22 46). *Caricetum diandrae* et hors de la dition associations des *Tofteldietalia*. Pollutions, assèchements.

Conclusion

Nous avons passé en revue dans cette étude 94 taxons plus ou moins inféodés au milieu aquatique. Nous n'avons cependant pas la prétention d'avoir inventorié toutes les stations pour chacun mais nous avons tenté de signaler dans chaque cas les localités les plus intéressantes ou les plus caractéristiques. La préparation de ce catalogue nous a permis d'ébaucher

une définition et une hiérarchisation des biotopes ou complexes de biotopes régionaux, réservoirs d'espèces très rares ou rares.

MILIEUX À EAUX STAGNANTES

- Marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde (Marais de Cucq-Villiers, Neuville-Marais, Platon, Larronville, Cantereine à Rue, Ponthoile).
- Étangs et marais de la vallée de la Somme entre la Chaussée-Tirancourt et Abbeville (Marais de Long et de Mareuil-Caubert).
- Étangs et marais de la vallée de la Sensée entre Écourt-St-Quentin et Arleux (Grand-Marais d'Écourt-St-Quentin, Marais d'Arleux).
- Étangs et marais de la vallée de la Somme de Cléry à Corbie (Marais de Cléry, Feuillère, Sailly-le-Sec).
- Étangs et marais de la vallée de la Sensée de Rumaucourt à Palluel (Grand-Marais de Rumaucourt, Petit et Grand Béquerel d'Écourt-St-Quentin, Grand-Clair de Palluel).
- Étangs et marais de la vallée de la Somme entre Abbeville et Sagneville (marais de Mautort).
- Marais de St-Omer.
- Marais de Guines.
- Étangs et marais de la vallée de l'Authie entre Colline-Beaumont et Maintenay (marais de Roussent et Nempont).
- Étangs et marais de la vallée de la Sensée entre Hem-Lenglet et Paillencourt (Grand-Clair de Wasnes-au-Bac).
- Ensemble d'étangs d'affaissements miniers du massif forestier de St-Amand (Mare à Goriaux, étang du Prussien, étangs de la série de St-Amand).
- Étang de la Lobiette à Anor.
- Étang de la Folie à Trélon et Wallers-Trélon.
- Grand-Étang de la Motte à Liessies.
- Étang de la Neuve-Forge à Anor.
- Complexe de mares prairiales de Maroilles.

MILIEUX À EAUX COURANTES

- L'Aa entre Rumilly et Elnes.
- La Hem entre Clerques et Ostove.
- La Course (affluent de la Canche).

- La Canche entre Berlencourt-le-Cauroy et Aubrometz.
- Watergangs des Attaques et de Andres.

Ces milieux méritent une protection intégrale.

Cet inventaire des espèces rares ou menacées dans une région en perpétuel réaménagement industriel devrait permettre la sauvegarde de leurs stations les plus intéressantes. Seule une protection accrue des zones humides, secteurs les premiers visés lors du choix des technocrates et des municipalités dans leur recherche d'espaces neufs susceptibles de transformation en zones urbaines ou industrielles, permettra la conservation de ces espèces pour la plupart en raréfaction ou même en voie de disparition non seulement dans la région Nord-Picardie, mais aussi sur l'ensemble du territoire français.

BIBLIOGRAPHIE

- BERTON, A. (1964). — Données sur l'évolution de la flore dans la région du Nord. *Bull. Soc. bot. Fr.*, 90^e sess. extr., 111 : 159-143.
- BOULAY, N. (1878-1879-1880). — Révision de la Flore des départements du Nord de la France. I. Bibliographie et exploration ; II. Exploration ; III. Explorations. Lille, Impr. Quarre, 63 + 46 + 60 pp.
- BOURNÉRIAS, M., GÉHU, J. M., BEHR, R., DUVIGNEAUD, J. et PARENT, G. H. (1981). — Inventaire des sites botaniques présents dans la feuille «Mézières» de la carte de la végétation de la France au 1 : 200.000. Chapelle-lez-Herlaimont, Entente nationale pour la Protection de la Nature, 5 : 20 pp.
- CAUSSIN, O. (1907). — Flore descriptive du littoral picard. Paris, 110 pp.
- DE LANGHE, J. E., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J. et VANDEN BERGHE, C. (et coll.) (1978). — Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des Régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). Deuxième édition. Meise, Patrimoine du Jardin bot. nat. Belg., 105 + 899 pp.
- DELVOSALLE, L., DEMARET, F., LAMBINON, J. et LAWALRÉE, A. (1969). — Plantes rares, disparues ou menacées de disparition en Belgique : l'appauvrissement de la flore indigène. *Min. Agric. Serv. Rés. nat. dom. et Cons. Nat., Trav.*, [Bruxelles], 4 : 127 pp.
- DUVIGNEAUD, J. (1971). — L'Association à *Littorella uniflora* et *Eleocharis acicularis* dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Bull. Soc. roy. Bot. Belg.*, 104 : 235-252.
- DUVIGNEAUD, J. (1972). — La flore et la végétation des rives d'étangs dans la partie occidentale de l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Nat. belges*, 53 : 1-18.

- DUVIGNEAUD, J. et SCHOTSMAN, H. D. (1977). — Le genre *Callitriche* en Belgique et dans les régions voisines. Nouvelles contributions et clé de détermination. *Natura Mosana*, 30 : 1-22.
- GÉHU, J. M. (1961). — Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. *Vegetatio*, 10 : 69-148, 161-209, 257-372.
- GÉHU, J. M. et MÉRIAUX, J. L. (à paraître). — Distribution et synécologie des Renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Colloques Phytosociologiques*, X, Lille, 1981.
- GODON, J. (1909). — Caractéristiques de la Flore du département du Nord. In Lille et la région du Nord en 1909. Congrès A.F.A.S. Lille, 2 : 79-119.
- HÉCART, G. (1836). — Florula Hannoniensis. *Mém. Soc. agr. Sc. Arts Valenciennes*, 2 : 133-208.
- LERICQ, R. (1965). — Contribution à l'étude des groupements végétaux du bassin français de l'Escaut. Lille, Thèse Doct. État, 153 pp.
- MASCLEF, A. (1886). — Catalogue raisonné des plantes vasculaires du Département du Pas-de-Calais. Paris, Ed. Savy, LI + 214 pp.
- MÉRIAUX, J.-L. (1978a). — Étude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). *Doc. phytos.* [Lille], N.S., IV : 1-244.
- MÉRIAUX, J.-L. (1978b). — Le rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) dans l'écosystème étang. *Natura Mosana*, 31 : 109-114.
- MÉRIAUX, J.-L. (1979). — *Elodea ernstae* St John, espèce nouvelle pour la flore régionale (Nord de la France). *Doc. florist.*, 2 : 55-60.
- MÉRIAUX, J.-L. (à paraître). — Le genre *Callitriche* dans le Nord de la France et les régions voisines (Distribution, phytosociologie, écologie et faune associée). *Lejeunia*, N.S., à paraître.
- SOTIAUX, A. (1979). — Contribution à une meilleure connaissance du genre *Azolla* dans le territoire de la Nouvelle Flore. *Dumortiera*, 13 : 1-5.
- VAN ROMPAEY, E. et DELVOSALLE, L. (1979). — Atlas de la Flore belge et luxembourgeoise. Ptéridophytes et Spermatophytes. 2^e éd., par L. DELVOSALLE avec la coll. de J. E. DE LANGHE, R. D'HOSE, A. LAWALRÉE, L. REICHLING, R. SCHUMACKER, L. VANHECKE, H. VANNEROM et des membres de l'I.F.F.B. Meise, Jardin bot. nat. Belg., 1542 cartes.
- VICQ, E. et DE BRUTELETTE, B. (1865). — Catalogue raisonné des plantes vasculaires du département de la Somme. *Mém. Soc. Emul. Abbeville*, 10 : 295-620.
- WATTEZ, J. R. (1968). — Contribution à l'étude des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. Lille, Thèse Doc. Pharm., 382 pp. + 74 tab.
- WATTEZ, J. R. et GÉHU, J. M. (1973). — L'élément phytogéographique atlantique dans la partie ouest du Nord de la France. Amiens et Lille, 41 pp.

LES MACROPHYTES ET L'ÉPURATION BIOLOGIQUE DES EAUX DOUCES

par Jean-Luc MERIAUX

Résumé. — L'utilisation actuelle de Phanérogames dans l'épuration biologique des eaux douces, les études auto-écologiques y ayant conduit sont présentées et quelques exemples précis sont plus particulièrement développés. Les données nouvelles concernant les macrophytes utilisables dans cette épuration et leur rôle dans les différents stades de l'épuration sont ensuite indiqués.

Summary. — *The actual use of Phanerogames in the biological epuration of the soft waters, the autoecological studies having conducted to it are shown and some definite examples are more specially developped. The new knowledges about the Macrophytes usefull in this epuration and their use in the different degrees of the epuration are afterwards indicated.*

Mots-clés : épuration biologique, eaux douces, macrophytes, stades d'épuration.

INTRODUCTION

Les besoins en eaux des sociétés actuelles, besoins des populations, besoins industriels, sont devenus considérables. En de nombreuses régions, le Nord en particulier, les réserves des nappes aquifères, dans lesquelles sont effectués les prélèvements pour couvrir les besoins, baissent régulièrement (1 à 2 m/an pour la nappe du calcaire carbonifère dans la région lilloise). Afin d'économiser au maximum les eaux souterraines et les réserver aux populations, l'utilisation des eaux superficielles en industrie est nécessaire. Or, ces eaux de surface sont polluées (pollutions physiques, organiques, minérales, pollutions par les détergents, les métaux lourds, les hydrocarbures, les micro-organismes). Il convient donc de traiter ces eaux afin qu'elles puissent être utilisées mais les stations d'épuration classiques sont non seulement coûteuses à installer, onéreuses à l'entretien, mais surtout elles ne fonctionnent bien souvent qu'à 50 % (1 sur 2), parfois à moins de 10 % (1 sur 5), de leur capacité et sont mal adaptées aux petites agglomérations. Aussi serait-il nécessaire dans certains cas de s'orienter vers des moyens de traitements plus naturels essentiellement basés sur les possibilités épuratrices de la macroflore, possibilités bien connues de nos anciens qui utilisaient couramment à de telles fins l'écosystème-marais existant à proximité des villages.

1. - DONNEES ACTUELLES

Les études de SEIDEL (1953 et 1955) sur l'écologie de *Scirpus lacustris*, celles de SCHEER (1949), RODEWALD-RUDESCU (1959), ABROSZOV (1963), AMBÜHL (1963), BJÖRK (1967), TÖTH (1972), HASLAM (1973) sur le *Phragmites*, les travaux de DEKSBACH (1964) sur les rapports entre pollutions et végétation macrophytique, ceux de SEIDEL (1964 et 1966) sur le rôle des végétaux dans l'épuration, ont favorisé la mise au point de stations expérimentales basées sur les possibilités épuratrices du *Phragmites australis* et du *Scirpus lacustris* comme celle de l'Institut de Recherche de Krefeld dirigé par SEIDEL à Rasted (République Fédérale Allemande).

Une station classique assurant l'épuration des eaux urbaines montre 2 ou 3 phases distinctes : l'épuration mécanique, l'épuration biologique assurée soit par le procédé du lit bactérien soit par celui des boues activées et l'épuration chimique. A Rasted, dans la station expérimentale qui fonctionne pour 2.000 habitants et une

industrie locale, l'épuration mécanique se fait au niveau de roselières à *Phragmites* ; elles assurent, outre le rôle de décantation de boue, une partie de l'épuration biologique, cette fonction essentielle étant cependant dévolue aux roselières à *Scirpus lacustris*, héliophyte dont les racines sécrètent un antibiotique détruisant les germes bactériens comme *Escherichia coli*, *Salmonella sp.*, *Enterococcus sp.* et *Streptococcus faecalis*, la décomposition des matières organiques, phénols en particulier, est aussi réalisée. L'intérêt d'une telle station réside dans l'absence d'odeur, l'insertion facile dans le paysage et l'utilisation à des fins artisanales (vannerie, fabrication de toits de chaume et de pâte à papier) des produits du métabolisme des *Scirpus* et des *Phragmites*.

Des stations similaires, mais de dimensions plus restreintes, existent aux Pays-Bas et en Belgique. En France, en Seine-Maritime, des expérimentations concluantes ont été effectuées par FRILEUX (Université de Rouen) en collaboration avec le S.R.A.E. de Rouen (1978) sur un abattoir de volailles à Sahurs et au niveau d'une habitation individuelle à Fréville. Dans la région de Blois, une station de type Rasted (emploi de *Phragmites australis* et *Scirpus lacustris*) épure les eaux d'un établissement scolaire, la charge polluante traitée étant de 50 équivalents habitants par jour. Dans le Nord, à Wavrin, l'agence de Bassin Artois-Picardie a expérimenté dans ce sens un « bassin pilote » de lagunage dans lequel l'eau excessivement polluée de la Deûle séjourne pendant 30 jours, et l'Agence dans son rapport annuel de 1974 indique : « Les conclusions des essais ont montré que l'effet conjugué de l'air, de la lumière, de la flore et de la faune réduisait de façon très satisfaisante la pollution ». (Inf' eau 74). Ainsi les matières organiques apparaissent éliminées à 77 %, les matières en suspension à 88 % et les germes bactériens à 98 %.

C'est toutefois en Amérique du Nord que la technique de lagunage est la plus largement répandue, ainsi 7.000 installations y existaient en 1975. Cette méthode d'épuration des eaux usées est par ailleurs préconisée par l'O.M.S. principalement en ce qui concerne les régions peu développées, en raison de sa simplicité d'utilisation, de son coût peu onéreux, et de l'état des eaux à l'issue du traitement.

Les données récentes sur l'écologie des héliophytes, des hydrophytes et de certains hémi-cryptophytes, et celles sur les liens étroits entre ces macrophytes et la trophie de l'eau résultant des travaux de UOTILA (1971), KÖLHER (1972), LACHAVANNE et WATTENHOFER (1975), CARBIENER (1977), MÉRIAUX (1977), FELZINES (1977), HASLAM (1978), permettent d'envisager l'utilisation rationnelle des systèmes naturels d'épuration des eaux usées soit par reconstitution de marais altérés ou aménagement particulier de marais, soit par création d'unité type Rasted avec bassins en séries pour les collectivités n'excédant pas 1.000 habitants, les installations saisonnières (camping), les industries à activité périodique (sucreries), dans ces derniers cas un couplage avec une station classique étant possible.

L'emploi à des fins d'épuration de marais naturels ou semi-naturels doit être soumis à des contingences strictes : les sites choisis ne sauraient être en aucun cas d'intérêt écologique majeur (floristique, phytocoenologique ou faunistique) et ne devraient pas être de nature tourbeuse, la tourbe servant en effet de filtre, risque de se trouver rapidement colmatée ce qui engendrerait la mort du biotope à plus ou moins brève échéance, les cuvettes prairiales très hygrophiles à *Phragmites australis*, *Carex gracilis*, *C. disticha* ou à *Juncus effusus* sont en ce sens les plus favorables.

2. - LES MACROPHYTES UTILISABLES POUR L'EPURATION DES EAUX

Le choix des espèces à implanter pourra se faire en fonction du type de pollution. Afin d'obtenir un rendement maximum, l'établissement de séquences, de cascades dont les éléments seraient fonction de polluants connus, est envisageable. L'effet rhizosphère, fonction du système d'ancrage des héliophytes et hydrophytes considérés, l'action de la microflore associée aux portions immergées de tiges d'héliophytes et aux organes des hydrophytes en contact avec l'élément liquide, ou l'effet phyllosphère est loin d'être négligeable : les macrophytes favorisent grâce à leur

activité métabolique le développement des micro-organismes associés intervenant directement dans l'épuration des eaux par oxydation des matières organiques qu'elles renferment. Les groupements constitués peuvent par ailleurs être spécifiques aux différents macrophytes utilisés, ceci est le cas d'associations de Diatomées (FABRI et LECLERC, communication orale).

Trois stades distincts peuvent se concevoir en ce qui concerne l'action dominante des macrophytes que l'on peut regrouper en 3 catégories :

- Macrophytes utilisables au stade primaire de l'épuration :
lagunage (mais intervenant aussi dans l'épuration biologique et chimique)
Phragmites australis - *Carex gracilis* - *Carex acutiformis* - *Carex riparia* -
Juncus effusus - *Glyceria maxima* - *Alisma plantago aquatica* - *Myosotis scorpioides*
- Macrophytes intervenant au stade secondaire :
(mais intervenant aussi dans l'épuration chimique)
Scirpus lacustris - *Scirpus tabernaemontani* - *Sparganium erectum* -
Typha latifolia - *Typha angustifolia* - *Typha x glauca*
- Macrophytes intervenant au stade tertiaire :
Elodea canadensis - *Elodea ernstae* - *Callitriche obtusangula* - *Callitriche platycarpa* - *Potamogeton crispus* - *Ranunculus peltatus*

Ainsi RADOUX (1978), dans son étude expérimentale sur les marais reconstitués, montre l'efficacité des actions combinées mais successives des *Juncus effusus*, *Carex gracilis*, *Phragmites australis* sur les populations bactériennes pathogènes (Streptocoques fécaux, Coliformes totaux, Coliformes fécaux), celle de *Urtica dioïca*, *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Sparganium erectum* sur l'élimination de l'azote, du potassium et des matières organiques ; d'autre part, il précise le rôle d'*Elodea canadensis* sur l'absorption de l'azote, du phosphore et l'élimination du calcium des eaux.

Selon nos propres résultats *Callitriche platycarpa* et *Callitriche obtusangula* montrent une bonne assimilation de l'azote, du phosphore, des sels de calcium, potassium et permettent une décomposition importante de matières organiques ; *Scirpus tabernaemontani* adapté aux eaux subsaumâtres doit être substitué à *Scirpus lacustris* dans les eaux chlorurées ; *Elodea ernstae* résiste mieux au gel qu'*Elodea canadensis* ce qui permet de maintenir l'effet épurateur l'hiver ; *Ranunculus peltatus* assure une bonne élimination des substances organiques.

L'implantation des hélophytes se fera par diverses méthodes connues et expérimentées plus particulièrement en République Fédérale Allemande et aux Pays-Bas, méthodes que nous avons nous-mêmes utilisées lors d'aménagements d'étangs artificiels dans l'Aisne et préconisées pour l'intégration de carrières dans le paysage en Lorraine (travaux inédits). Celle d'hydrophytes est difficile à réaliser et nécessite des techniques spécifiques comme nous le montrerons dans une étude actuellement en préparation.

CONCLUSION

La parfaite connaissance de l'écologie des espèces hélophytiques, hydrophytiques est la condition primordiale de leur utilisation à des fins épuratrices. Le danger d'accélération de l'eutrophisation par augmentation de la teneur en substances minérales et organiques dans le cas d'un mauvais choix de macrophytes implantés (marais, maillages de chenaux de drainage) n'est pas à négliger. L'approfondissement de la connaissance des espèces mais aussi celle des sous-espèces, des variétés, des écotypes physiologiques, la définition de leur capacité épuratrice de facteurs polluants connus apparaissent comme une nécessité et permettront de développer ce principe de l'épuration des eaux à partir des macrophytes dans les marais artificiels.

BIBLIOGRAPHIE

- ABROSZOV V.N. (1963). — Theoreticeszkije predposzülki preobrazovania kiszlovodnükh ozer evtorfñüje. *Izv. Gosz. Naucs - Issled. Inszt. Ozern. Reesn. Rüon. Khoz.*, 55 : 60-69.
- AMBÜHL H. (1963). — Der Zustand unserer Gewässer - Limnologische Fragen der Gewässerreinigung. *Schweiz. Tech. Z.*, 60 : 414-428.
- BJÖRK S. (1967). — Ecology investigations of *Phragmites communis* Studies in theoretic and applied Limnology. *Folia Limnologia Scandinavia*. 248 pp. Lund.
- CARBIENER R. (1977). — Etude d'une séquence phytosociologique de végétaux supérieurs bioindicateurs d'eutrophisation progressive dans les cours d'eaux phréatiques du Ried d'Alsace. *Comm. Congrès de Limnologie*. Metz. 2 p.
- DEKSBACH N.K. (1964). — Aquatic vegetation and its importance in controlling the consequences of industrial pollution. In : *Okhr. Priir. (Conserv. in the Urals)*, 4 : 63-66.
- FELZINES J.C. (1977). — Analyse des relations entre la minéralisation des eaux douces stagnantes et la distribution des végétaux qui les peuplent. Etude sur les étangs en Bourbonnais, Nivernais, Morvan, Puisaye. *Ann. Sc. nat. Bot.*, 18 : 221-250.
- FRILEUX P.N., I. JOISEL et P. FERLIN (1978). — Essais d'utilisation de végétaux aquatiques pour l'épuration des eaux résiduaires industrielles et domestiques. *Université de Rouen, S.R.A.E. de Rouen*, 26 pp.
- KÖHLER A. (1972). — Zur Ökologie submerser Gefäßmakrophyten in Fließgewässern. *Ber Dtsch. Bot. Ges.*, 84 : 713-720.
- HASLAM S.M. (1973). — Some aspects of the life history and autoecology of *Phragmites communis* Trin. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 20 : 79-100.
- HASLAM S.M. (1978). — River Plants. *Cambridge University Press*, 396 pp. Cambridge.
- LACHAVANNE J.B. et R. WATTENHOFER (1975). — Contribution à l'étude des macrophytes du Léman. *Conservatoire botanique de Genève*, 147 pp.
- MÉRIAUX J.L. (1977). — Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). Aspects physiologiques, floristiques, systématiques, chorologiques et écologiques. *Thèse Doct. 3^e Cycle. Doc. phytos.* (1978) N.S., 3 : 1-245.
- RADOUX M. (1978). — L'épuration des eaux en marais reconstitués. *Colloque C.E.E.*, Metz, 8 pp.
- RODEWALD-RUDESCU L. (1959). — Schilfrohr und Fischkultur im Donaudelta. *Arch. Hydrobiol.*, 54 : 303-339.
- SCHERER K. (1949). — Das Aussendeichsgebiet des Jadebusens, seine heutigen Anlandungsgesellschaften und das Auftreten von *Phragmites communis*, Unveröff. *Diss. Kiel*.
- SEIDEL K. (1953). — Ecologie et économie de *Scirpus lacustris* L. *La Pêche maritime, la Pêche fluviale et la Pisciculture*, 32 : 199-202.
- SEIDEL K. (1955). — « Die Flechtbinse, *Scirpus lacustris* L. Ökologie, Morphologie und Entwicklung, ihre Stellung bei den Völkern und ihre wirtschaftliche Bedeutung ». *Binnengewässer*, 21, Stuttgart.
- SEIDEL K. (1964). — Abbau von *Bacterium coli* durch höhere Wasserpflanzen. *Naturwissenschaften*, 51 : 395-397.
- SEIDEL K. (1966). — Water purification by means of Higher plants. *Naturwissenschaften*, 53 : 289-297.
- TÖTH L. (1972). — Reeds control eutrophication of Balaton lake. *Water Research*, 6 : 1533-1539.
- UOTILA P. (1971). — Distribution and ecological features of hydrophytes in the polluted Lake Vanajavesi, S-Finland. *Ann. Bot. Fennici*, 8 : 257-295.
- WIEGLEB G. (1978). — Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. *Arch. Hydrobiolog.*, 83 : 443-487.
- INF'EAU. — Agence de bassin Artois-Picardie. Rapport annuel 74. 4 p.

III - ANALYSE PHYTOCENOLOGIQUE

MERIAUX J.-L., 1978 - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord/Pas-de-Calais). Thèse Doc. 3ème cycle 1977, Metz, *Doc. phytos.*, N.S. III : 244 p., 11 tabl., h.t., Vaduz.

(seuls les résumés sont joints en raison de l'importance du mémoire)

MERIAUX J.-L., 1979 - Bilan phyto-écologique à des fins d'aménagement d'un étang nouvellement créé : l'exemple d'Armbouts-Cappel (Nord). *Doc. Phytos.*, N.S. IV : 707-729, Vaduz.

VERDEVOYE P., avec la collaboration du Laboratoire d'Algologie du C.E.T.E./G.R.E.F. et MERIAUX J.-L., 1979 - Etude de la qualité des eaux, Lac d'Armbouts-Cappel. *Ministère de l'agriculture*, 34 p.

MERIAUX J.-L. et WATTEZ J.-R., - Groupements végétaux aquatiques et subaquatiques de la Vallée de la Somme. *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981. A paraître.

GEHU J.-M. et MERIAUX J.-L., - Distribution et synécologie des Renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981, 22 p., 6 tabl. A paraître.

MERIAUX J.-L. et VERDEVOYE P., - Données sur la *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962. (Synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée). *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981. A paraître.

MERIAUX J.-L., - La classe des *Potametea* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981. A paraître.

MERIAUX J.-L., - Remarques sur la synsystème des *Potametea*. *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981, A paraître.

MERIAUX J.-L., - La classe des *Phragmitetea* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981. A paraître.

MERIAUX J.-L., 1977 - Le groupement à *Rumex hydrolapathum* L. et *Rorippa amphibia* (L.) Besser. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 30 : 79-81, Lille.

MERIAUX J.-L., - Le *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et les végétations à *Phalaris arundinaceae* L. *Colloques phytosociologiques X, les végétations aquatiques et amphibies*, Lille 1981. A paraître.

MERIAUX J.-L. et GEHU J.-M., 1978 - De l'analyse synphytosociologique des complexes de végétation à celles des végétations complexes. Exemple de groupements aquatiques et subaquatiques. *Ber. Intern. Symposien Intern. Verein. Vegetationskunde, Assoziationskomplexe (Sigmeter)*, Rinteln 1977, 97-116, Vaduz.

ETUDE ANALYTIQUE ET COMPARATIVE DE LA VEGETATION AQUATIQUE
D'ETANGS ET MARAIS DU NORD DE LA FRANCE
(VALLEE DE LA SENSÉE ET BASSIN HOUILLER DU NORD - PAS-DE-CALAIS)

Aspects physiologiques, floristiques, systématiques, chorologiques et écologiques(x)

par Jean-Luc MERIAUX

Laboratoire de Phytosociologie
Faculté de Pharmacie
rue du Professeur Laguesse
F - 59045 Lille Cédex

RESUME

Une distinction est faite entre les étangs et marais de la vallée de la Sensée (milieux anciens semi-naturels) et ceux du Bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais (milieux récents nés d'affaissements miniers).

L'analyse phytosociologique a permis de mettre en évidence au niveau de ces milieux lacustres des associations et des groupements relevant des classes des *Lamnetea* W. Koch & R. Tüxen (in litt. 1954) in R. Tüxen 1955, des *Charetea* Fukarek (1961 n.n.) Krausch 1964, des *Potametea* R. Tüxen & Preising 1942, des *Fontinaletea* Hübschmann 1957, des *Isoeto-Nanojuncetea* Braun-Blanquet & R. Tüxen 1943 et des *Littorelletea* Braun-Blanquet & R. Tüxen 1943.

De l'étude comparative ressortent des contrastes d'ordre synphysionomique, synfloristique et synchorologique, régis par un déterminisme écologique lié à l'âge des étangs et marais, à la nature de leur sous-sol, aux caractères physico-chimiques de leurs eaux, à l'oscillation des nappes dont ils dépendent.

Un exemple de végétation complexe existant au sein de ces milieux a été analysé. L'étude de la faune associée a été amorcée pour quelques étangs.

L'ensemble de ces données phytocoenologiques et faunistiques a servi de base à un essai de hiérarchisation des sites prospectés.

(x) Ce travail a fait l'objet d'une thèse de 3ème cycle soutenue à l'Institut Européen d'Ecologie de Metz le 15 décembre 1977.

JURY - Président : PELT, J.-M., Professeur, Université de Metz.

Rapporteur : GEHU, J.-M., Professeur, Université de Lille II.

Examineurs : PIHAN, J. C., Professeur agrégé, Université de Metz.

SCHUMACKER, R., Directeur de la Station Scientifique
des Hautes Fagnes (Liège)

SUMMARY

A distinction between the ponds and marshes of Sensée valley (ancient semi-natural areas) and those of the Nord - Pas de Calais coal-basin (recent subsidences of mining origin) is made.

The phytosociological analysis of these paludous landscapes points out the existence of plant associations and other syntaxa belonging to the classes *Lemnetea* W. Koch & R. Tüxen (in litt. 1954) in R. Tüxen 1955, *Charetea* Fukarek (1961 n.n.) Krausch 1964, *Potametea* R. Tüxen & Preisling 1942, *Fontinaletea* Hübschmann 1957, *Isoeto-Nanojuncetea* Braun-Blanquet & R. Tüxen 1943 and *Littorelletea* Braun-Blanquet & R. Tüxen 1943.

From this comparative study appear contrasts of synphysionomical, synfloristical and synchorological importance, ruled by an ecological determinism connected with the age of the ponds and marshes, as well as with the nature of the under-soil, the physicochemical characters of their waters, the fluctuation of the water-level which they are depending on.

An example of vegetation complex seen in these areas was analysed. The study of the associated fauna began for some ponds.

The totality of these phytocoenological and faunistical data was used for a hierarchisation attempt of the prospected sites.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Nord-Frankreich, unterscheiden sich alte halbnatürliche Teichen und Sumpfen (Sensée Tal) von denjenigen die sich rezent durch Grubendodensinkung (Nord Pas-de-Calais Kohlgebiet) gebildet haben.

Bei diesen Teich- und Sumpfvvegetationen lässt die phytosoziologische Analyse Assoziationen und Gesellschaften klarstellen die zu den folgenden Klassen gehören : *Lemnetea* W. Koch & R. Tüxen (in litt. 1954) in R. Tüxen 1955, *Charetea* Fukarek (1961 n.n.) Krausch 1964, *Potametea* R. Tüxen & Preisling 1942, *Fontinaletea* Hübschmann 1957, *Isoeto-Nanojuncetea* Braun-Blanquet & R. Tüxen 1943 und *Littorelletea* Braun-Blanquet & R. Tüxen 1943.

Aus der vergleichenden Vegetationsanalyse treten synphysionomische, synfloristische und synchorologische Kontrasten hervor die bei einem am Alter der Teichen und Sumpfen, am Unterboden, an der physischen-chemischen Charakteristiken des Wassers sowie an der Grundwasserspiegelschwankungen gebunden-ökologischen Determinismus regiert sind.

Ein Beispiel Komplexer Vegetation dieser Standorten ist analysiert. Für ein paar Teichen wurde auch die gebundene Fauna in Angriff genommen.

Auf Grund der gesamten phytocoenologischen und faunistischen Angaben wurde es probiert die untersuchten Standorten rangmässig einzuordnen.

Nous remercions Monsieur le Docteur René SCHUMACKER qui a bien voulu faire le résumé en Allemand et Monsieur le Professeur BONNOT qui a vérifié le résumé en Anglais.

Documents phytosociologiques	N.S. Vol. IV	Lille	Mai 1979
------------------------------	--------------	-------	----------

BILAN PHYTO-ECOLOGIQUE A DES FINS D'AMENAGEMENT
D'UN ETANG NOUVELLEMENT CREE :
L'EXEMPLE D'ARBOUTS-CAPPEL (NORD)

Par Jean-Luc MERIAUX

Institut européen d'Ecologie
57000 METZ

et

Laboratoire d'Ecologie végétale
Faculté de Pharmacie
Rue du Pr. Laguesse
59045 LILLE

En hommage au Professeur Drs. R. TUXEN

RESUME :

Après une étude physico-chimique des eaux d'un étang récemment créé : le lac d'Arbouts-Cappel (Nord), l'inventaire phytocœnologique et floristique en est réalisé. Une carte de végétation est dressée au niveau des unités supérieures. Le bilan d'ensemble permet alors d'entrevoir des possibilités d'aménagements du lac à des fins piscicoles.

SUMMARY :

After a water physical-chemical study of a recently formed pond : the Arbouts-Cappel lake (North), the phytocœnological and floristic survey has been worked out. A vegetation map of the upper unities has been drawn up. The general evaluation then allows to foresee development possibilities of the lake to piscicultural purposes.

ZUSAMMENFASSUNG :

Der Arbouts-Cappel See (Kreis Norden) wurde zuerst mittels physikalisch-chemischen Analysen untersucht. Darauf wurden die phytocœnologischen und floristischen Bestandteilen gegeben. So konnte die Vegetationskarte für höheren Einheiten entworfen werden. Der Gesamtbilanz erlaubt uns die Möglichkeit der Einrichtung des Sees für fischereiwirtschaftlichen Benutzung voraus zu sehen.

Ce lac s'étend sur une superficie d'environ 15 ha, dans la plaine maritime flamande, à quelques kilomètres de Dunkerque (indice I F2 B:DO 32).

I - CARACTERISTIQUES DU LAC

Son origine est anthropique, c'est en effet une ancienne ballastière dont le fonctionnement a cessé depuis une dizaine d'années. Si l'on se reporte aux travaux de SOMME (1969), il apparaît creusé dans les dépôts marins de l'Holocène, Dunkerquien (sables, argiles, limons argilo-sableux de polders-épaisseur totale inférieure à 3 m) et Flandrien (tourbe de surface, argiles, sables pissards de 25 m de puissance et cailloutis). Sa profondeur, dans la partie centrale, oscille autour de 8 m (carte n° I) et il est alimenté directement par la nappe des sables superficiels, dont les variations de charge et celle de la nappe saumâtre sous-jacente, amènent par périodes, des échanges d'ions Cl^- et Na^+ au niveau des zones les plus profondes. Les résultats d'analyses de prélèvements effectués en avril, juin et septembre au niveau de 7 points distincts -dont 3 situés au sein d'individus d'association étudiée- figurent dans le tableau n° 1. Des modifications de composition s'observent par intermittence, lors des émissions d'eaux par deux effluents débouchant au niveau de la rive ouest. L'eau est de "qualité moyenne" dans l'ensemble, mais elle peut cependant présenter des taux élevés de matières organiques. Cette pollution est insidieuse (NH_4^+ : 0,15 → 0,40 mg/l). Les teneurs des autres paramètres sont en relation avec le substrat géologique (Na^+ : 156 → 163 mg/l).

Ses rives méridionale et occidentale sont en pente douce, ses rives septentrionale et orientale sont abruptes (carte n° 1). Des terres apportées en constituent les marges. A l'Est et à un degré moindre au Nord, des blocs de grès renforcent la base des berges afin de mieux résister à une érosion rigoureuse due à un flot non négligeable créé par les vents violents venant du littoral tout proche.

Les particularités morphologiques de ce lac, son âge, sa proximité du littoral, son alimentation conditionnent naturellement l'implantation et le développement de la végétation.

II - ANALYSE PHYTOSOCIOLOGIQUE

A - Les groupements d'hydrophytes fixés

1. - Le groupement à *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. ⁽¹⁾ - Tableau n°

Sur les blocs gréseux apportés s'est installé un groupement pionnier. *Cladophora glomerata* qui résiste bien au flot. Entre les blocs, sur le substrat sableux tente de s'implanter *Potamogeton pectinatus*, ce qui détermine alors la création d'une mosaïque de micro-groupements. KRAUSCH (1964) a bien décrit un groupement à *Cladophora* et *Fontinalis antipyretica*, mais c'est cependant du *Spirogyro-Cladophoretum*, distingué par HILD et REHNELT (1970) et ayant *Spirogyra* sp., *Cladophora* sp. et *Ulothrix* sp. comme caractéristiques, que semble se rapprocher le plus le groupement.

(1) Les Algues ont été déterminées par R. FABRI et L. LECLERCQ (Université de Liège).

TABLEAU n° 1 - RESULTATS DES ANALYSES D'EAU EFFECTUEES SUR DES PRELEVEMENTS REALISES EN 7 POINTS DISTINCTS DANS LE LAC D'ARBOUITS - CAPPEL (NORD)

	1			2			3			4			5			6			7		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
Heure	11h00	11h10	11h50	11h10	11h15	11h55	11h30	12h00	11h10	11h40	12h05	11h15	12h00	12h35	11h40	12h10	12h40	11h45	12h30	13h00	11h55
T° air	7°5	12°8	14°1	7°5	12°8	14°1	8°5	13°8	13°1	8°5	13°8	13°1	8°6	14°1	13°2	8°6	13°9	13°2	8°6	13°9	13°2
prélèvement	9°9	15°5	16°2	9°	15°6	16°4	9°	15°5	15°8	8°9	15°5	16°3	8°9	15°5	16°2	9°	15°5	16°4	9°1	15°4	16°4
T° eau	15°1	16°2	16°2	9°	15°4	16°4	9°4	15°1	15°8	9°3	15°2	16°3	9°3	15°	16°2	9°3	15°	16°4	9°5	15°	16°4
mesure	7,8	8,05	8,1	7,8	8,15	8	7,9	8,10	7,9	7,9	8,15	8,3	7,9	8,10	8,0	7,9	8,20	8,1	7,9	8,25	8,2
pH	7,8	8,05	8,1	7,8	8,15	8	7,9	8,10	7,9	7,9	8,15	8,3	7,9	8,10	8,0	7,9	8,20	8,1	7,9	8,25	8,2
Conductivité µmhos/cm² ramené à 20°	1180	1000	1150	1240	1150	1200	1210	1150	1100	1280	1150	1150	1270	1150	1100	1340	1150	1100	1310	1100	1100
O ₂ dissous mg/l	1,4	8,9	9,7	10,5	9,4	8,9	11,3	8,8	9,1	10,5	9,0	10,9	11,7	8,7	9,5	10,5	9,3	9,8	10,4	9,2	10,8
O ₂ % saturation	93	91	102	94	97	94	102	90	95	94	92	115	105	89	100	94	95	103	94	94	114
Oxydabilité	1,9	1,8	2,7	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	2,0	1,7	1,8	2,5	1,6	1,7	1,6	1,7	1,8	1,7	1,7	1,6	2,4
DCO	23	26,3	35,6	23	26,3	31,6	21	26,3	27,7	21	26,3	43,5	21	22,6	35,6	21	22,6	33,6	23	22,6	39,5
MES	5	9	16,2	4,4	7,2	12,6	7,4	9,4	9,0	6,2	8,4	17,6	4,4	13,4	23,6	6,2	9,8	13	8,4	7,1	14,2
DBO ₅	1,7	1,9	6,1	1,7	1,9	2,4	2,4	1,7	2,8	2,0	1,9	6,7	2,4	1,9	3,9	1,9	2	3,6	1,7	1,6	5,7
Alcalinité	175	150	140	165	150	140	175	150	140	175	150	135	180	150	145	180	150	140	180	150	135
Ca ⁺⁺	75	68	60	75	68	60	74	68	62	72	67	62	74	68	63	74	68	64	73	69	62
Mg ⁺⁺	23	22	25,2	23	22	27	23	20	25,8	21	26	22,8	22	22	23,4	20	22	23,4	20	20	25,2
Na ⁺	156	157	160	156	157	160	163	157	160	15,6	157	160	163	157	160	163	157	160	162	157	160
K ⁺	7,4	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5
NH ₄ ⁺	0,40	0,40	0,20	0,32	0,26	0,15	0,40	0,26	0,20	0,40	0,26	0,20	0,40	0,40	0,15	0,32	0,30	0,20	0,40	0,26	0,20
Cl ⁻	300	294	310	300	296	310	300	294	306	300	294	310	294	310	300	296	310	300	296	310	295
NO ₃ ⁻	1,10	1,30	1,30	1,10	1,30	1,30	1,10	1,30	1,30	1,10	1,30	1,30	1,10	1,30	1,30	1,10	1,30	1,30	1,10	1,30	1,30
NO ₂ ⁻	0,03	0	0	0,03	0	0	0,03	0	0	0,03	0	0	0,03	0	0	0,03	0	0	0,03	0	0
SO ₄ ⁻⁻⁻	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
PO ₄ ⁻⁻⁻	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

(Cations et anions exprimés en mg/l)

- a : 26/04/78 - temps couvert, couleur eau verte, transparence 2 m
- b : 28/06/78 - temps pluvieux, couleur eau verte, transparence 1,40 m
- c : 6/09/78 - temps pluvieux, couleur eau marron-verte, transparence 0,90 m
- 1 : p 0,10 m au niveau du Charbon vicié Cortillon 1957
- 2 : p 0,10 m au niveau du Rocmestam pasticti Carstemm 1955
- 3 : p 7 m) partie centrale du lac
- 4 : p 0,10 m)
- 5 : p 6,5 m) partie centrale
- 6 : p 0,10 m)
- 7 : p 0,10 m au niveau du groupement à Cladophora glomerata (L.) Kütz.

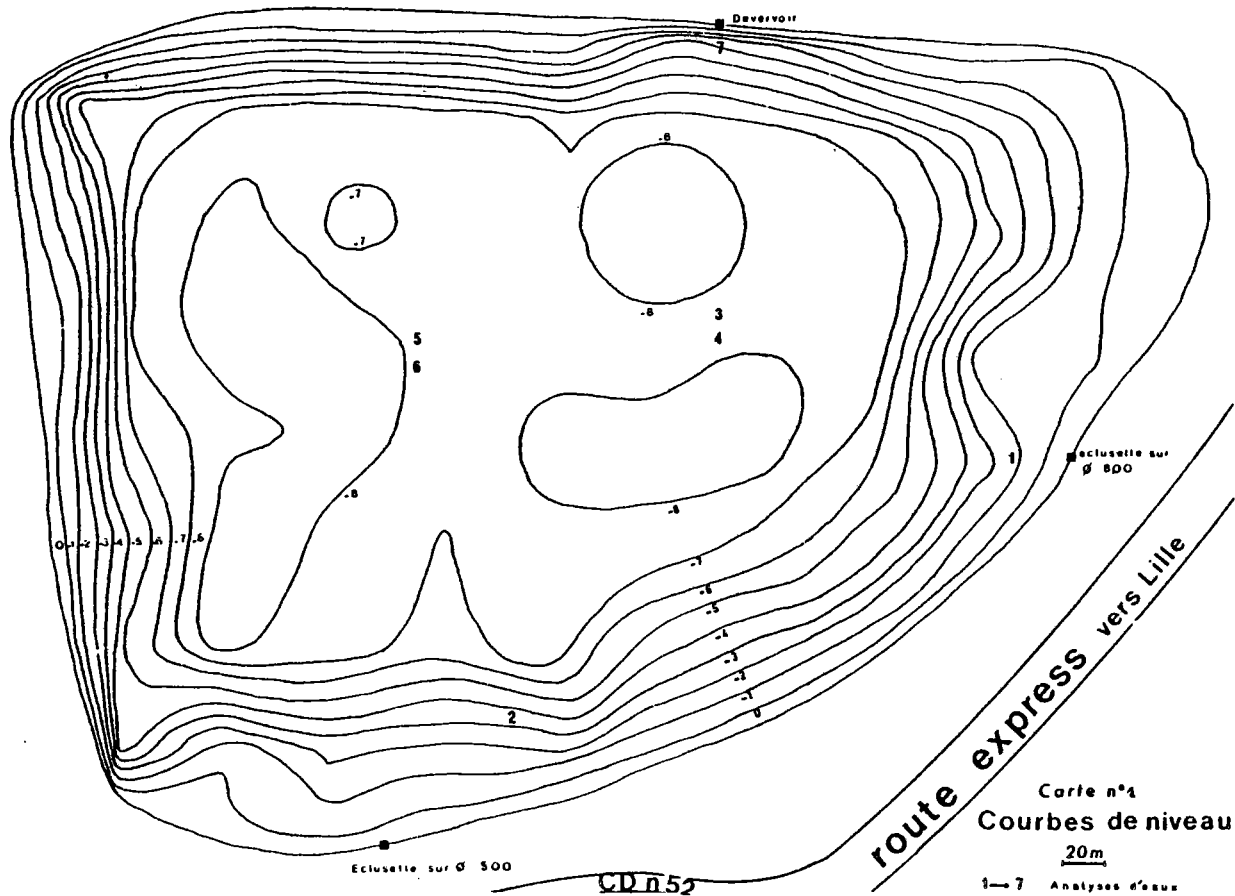


TABLEAU N° 1 - Groupement à *Cladophora glomerata* (L.) Kütz.

Relevé n°	1	2
Surface relevée en m ²	1	1
Profondeur en m	0,20	0,80
Recouvrement en %	70	80
Nombre d'espèces	2	6
<i>Cladophora glomerata</i>	45	55
<i>Zygnema</i> sp.		11
<i>Vaucheria</i> sp.		11
<i>Oedogonium</i> sp.		+2
<i>Spirogyra</i> sp.		+
<i>Mougeotia</i> sp.		+
<i>Potamogeton pectinatus</i>	11	

2. - Le *Tolypelletum glomeratae* Corillion 1957 - Tableau n° 2 -

Cette association pionnière des milieux alcalino-saumâtres, de faible profondeur, optimale au printemps (exceptionnellement encore bien développée au lac en octobre) définie par CORILLION (1957), prend place sur les flancs vaso-sablonneux masquant une argile bleutée, compacte, asphyxique. Deux variantes ont été dégagées : l'une type (R1 à R3) sur les sables régulièrement "remaniés" par les nombreux Anatidés (Colvert) consommant les Charophytes ⁽²⁾ du lac, l'autre à *Potamogeton pectinatus* sur les substrats les plus vaseux et les moins perturbés (R4 à R7).

Des mesures de pH, de conductivité et de salinité ont été effectuées en période d'étiage (octobre : baisse de 0,25 m du plan d'eau). Elles ont donné les résultats suivants :

Profondeur en m	pH	Conductivité en μ mhos/cm/cm ² ramené à 20°	Salinité en g°/oo
0,10	6,3	1054	0,1
0,20	6,3	1144	0,1

Comparativement aux résultats d'ensemble obtenus au printemps et en été (tableau n° 1) on constate une acidification du milieu (pH 7,8 \rightarrow 6,3).

L'association est voisine du *Charo-Tolypelletum glomeratae* Corillion 1957, considérée aussi par l'auteur comme une variante tardive du *Tolypelletum glomeratae*. Signalons qu'OBERDORFER (1977) ne reconnaît que le *Charo-Tolypelletum*.

(2) Les Charophytes ont été déterminés par Mme GUERLESQUIN, I.R.F.A. Angers.

TABLEAU N° 2 - *Tolypelletum glomeratae* Corillion 1957

Relevé n°	1	2	3	4	5	6	7
Surface relevée en m ²	I	I	I	I	2	2	2
Profondeur en m	0,50	0,30	0,30	0,20	0,30	0,35	0,25
Recouvrement en %	90	40	80	70	80	80	30
Nombre d'espèces	1	1	2	4	3	4	3
Caractéristique d'association :							
<i>Tolypella glomerata</i>	55	34	55	44	45	44	33
Différentielle de variante <i>Potamogeton pectinatus</i>				11	21	12	12
Espèce des Charatea : <i>Chara vulgaris</i>						12	+2
Espèces compagnes :							
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>			11		11	22	
<i>Ranunculus baudotii</i>				11			
<i>Cladophora glomerata</i>				+2			

3. - Le *Charetum vulgaris* Corillion 1957 - Tableau n° 3 -

L'association à *Chara vulgaris*, décrite elle aussi par CORILLION (1957), est assez commune dans le nord de la France où elle a été répertoriée par MERIAUX (1977). Elle s'inscrit dans les zones les plus profondes sur des sables mêlés de débris organiques. La variante type (R1) et celle à *Potamogeton pectinatus* (R2 à R4) correspondent aux mêmes variations écologiques que celles du *Tolypelletum*. Au niveau de l'association (tableau n° I, 1) aucune variation importante des caractères chimiques de l'eau, par rapport à l'ensemble du tableau, n'est décelable (ceci étant vraisemblablement imputable à la mobilité de la masse de l'eau).

TABLEAU N° 3 - *Charetum vulgaris* Corillion 1957

Relevé n°	1	2	3	4
Surface relevée en m ²	1	2	2	2
Profondeur en m	0,40	0,50	0,40	0,50
Recouvrement en %	40	60	80	90
Nombre d'espèces	3	4	3	5
Caractéristique d'association				
<i>Chara vulgaris</i>	34	44	44	55
Différentielle de variante <i>Potamogeton pectinatus</i>		+	-33	22
Espèce de Charatea <i>Tolypella glomerata</i>	+2	12	11	12
Espèces compagnes <i>Cladophora glomerata</i>	+2			12
<i>Ranunculus baudotii</i>		+2		
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>				+

4. - Le *Zannichellietum majoris* (Baumann 1911) G. Lang 1967
- Tableau n° 4 -

L'herbier à *Zannichellia palustris* L. subsp. *palustris* s'exprime sous la forme d'un tapis herbacé dense s'étalant à faible profondeur sur un fond sablo-vaseux. L'association à laquelle il se rapporte, le *Zannichellietum majoris*, est ignorée de nombreux auteurs, toutefois, OBERDORFER (1970 et 1977) la reconnaît et l'intègre dans le *Potamion* W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957.

TABLEAU N° 4 - *Zannichellietum majoris* (Baumann 1911) G. Lang 1967

Relevé n°	1	2	3
Surface relevée en m ²	I	I	2
Profondeur en m	0,30	0,25	0,60
Recouvrement en %	90	100	100
Nombre d'espèces	3	5	5
Caractéristique d'association <i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	44	45	33
Différentielles de variante <i>Tolypella glomerata</i>	22	12	23
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>longibracteata</i>			+2
Caractéristiques du <i>Potamion</i> <i>Potamogeton pectinatus</i>	11	11	11
<i>Potamogeton pusillus</i>		12	
Espèces compagnes <i>Zygnema</i> sp.		+2	
<i>Cladophora glomerata</i>			55

Nous pensons nous retrouver ici en présence d'une variante à *Tolypella glomerata* marquant les fonds sableux, proche de la variante à *Ranunculus aquatilis* et *Chara vulgaris* déjà signalée par MERIAUX (1977) dans les étangs d'affaissements miniers du Nord - Pas-de-Calais. L'association s'observe dans les eaux fortement minéralisées, parfois polluées, mais aussi alcalino-saumâtres.

5. - Le *Potametum pectinati* Carstensen 1955 - Tableau n° 5 -

Cette association à *Potamogeton pectinatus* f. *stagninus* (var. *scoparius* des auteurs ?) relaie la précédente lorsque la profondeur d'eau s'accroît. Une variante à *Chara vulgaris* (R1 et R3) correspond aux substrats sablonneux souvent remaniés.

Le *Potametum pectinati* se développe préférentiellement dans des eaux nettement eutrophes, parfois fortement polluées. DEN HARTOG (1963) indique la "sociation" à *Potamogeton pectinatus* dans les eaux profondes (1m) et salées (jusque 8‰ de Cl⁻).

Notre groupement s'inscrit dans des eaux à tendance subsaumâtre (156 mg/l de Na⁺, 300 mg/l de Cl⁻; tableau I-2).

TABLEAU N° 5 - *Potamogeton pectinatus* Carstensen 1955

Relevé n°	1	2	3	4
Surface relevée en m2	I	I	I	2
Profondeur en m	0,40	0,50	I	1,40
Recouvrement en %	90	90	90	80
Nombre d'espèces	4	4	7	5
<hr/>				
Caractéristique d'association <i>Potamogeton pectinatus</i>	44	55	55	43
Différentielles de variante <i>Chara vulgaris</i>	12	22	23	
<i>Tolypella glomerata</i>	+2			
Caractéristiques du Potamion <i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	+2	+	23	12
<i>Potamogeton pusillus</i>			12	33
Espèce des Potametea <i>Ranunculus circinatus</i>			23	
Espèces compagnes <i>Cladophora glomerata</i>		45	23	12
<i>Ranunculus baudotii</i>			+2	+2

6. - Le *Myriophyllo* - *Nupharetum* W. Koch 1926 - Tableau n° 6 -TABLEAU N° 6 - *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926

Relevé n°	1	2	3
Surface relevée en m2	2	2	2
Profondeur en m	0,20	0,20	0,60
Recouvrement en %	40	90	100
Nombre d'espèces	4	7	9
<hr/>			
Caractéristique d'association <i>Myriophyllum spicatum</i>			34
Caractéristique du Nymphaeion <i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>natans</i>	32	33	12
Espèces des Potametea <i>Potamogeton pectinatus</i>		23	12
<i>Potamogeton pusillus</i>		+2	+2
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>			+
<i>Ranunculus circinatus</i>			+
Espèces compagnes <i>Chara vulgaris</i>	+	+2	44
<i>Cladophora glomerata</i>		23	23
<i>Alisma plantago-aquatica</i> fo. <i>submersa</i>		11	12
<i>Tolypella glomerata</i>	12		
<i>Eleocharis palustris</i>	11		
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>fluitans</i>		11	

Il se présente sous une forme juvénile dominée physionomiquement par *Polygonum amphibium* fo. *natans* (R1 et R2) peuplant les anses calmes délimitées par *Juncus inflexus* et *Juncus effusus*. L'arrivée de *Myriophyllum spicatum* (R3) traduit un enrichissement notable de l'association, qui est toutefois dépourvue de ses caractéristiques à feuilles flottantes que sont *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba* et *Potamogeton natans*.

Il est possible que les Characées réalisant la strate inférieure correspondent aux différentielles de la variante à *Chara* remarquée par R. TÜXEN (1974).

7. - Le *Ranunculetum baudotii* Braun-Blanquet 1952 - Tableau n° 7 -

Les individus d'association du *Potametum pectinati* forment ceinture, freinent les mouvements d'eaux et permettent le développement du *Ranunculetum baudotii* traduisant un apport épisodique d'ions Cl⁻ et Na⁺ de la nappe saumâtre profonde. Au niveau de la variante type (R1), *Ranunculus baudotii*, caractéristique d'association, est souvent dépourvue de feuilles flottantes : il est vraisemblable que cela soit lié à la profondeur de l'eau, importante pour l'association (≥ 1 m). La variante à *Tolypella glomerata* (R2) correspond à des fonds sableux perturbés et à des zones peu profondes.

TABLEAU N° 7 - *Ranunculetum baudotii* Braun-Blanquet 1952

Relevé n°	1	2
Surface relevée en m ²	1	2
Profondeur en m	1	0,05
Recouvrement en %	90	50
Nombre d'espèces	5	6
<hr/>		
Caractéristique d'association <i>Ranunculus baudotii</i>	45	34
Différentielle de variante <i>Tolypella glomerata</i>		+2
Espèces de <i>Potametea</i> <i>Potamogeton pectinatus</i>	22	11
<i>Potamogeton pusillus</i>	12	11
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	12	12
Espèces compagnes <i>Vaucheria</i> sp.	11	
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>submersa</i>		+

B - Les groupements d'hélophytes

1. - Le *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926 - Tableau n° 8 -

Il se traduit par des individus d'association au sein desquels *Phragmites australis* (R1 et R2) ou *Typha latifolia* (R3) forment faciès. La pauvreté en espèces indique une agitation quasi-permanente des eaux favorable au rajeunissement continu du biotope ralentissant l'installation des hélophytes.

TABLEAU N° 8 - *Scirpo - Phragmitetum* W. Koch 1926

Relevé n°	1	2	3	4
Surface relevée en m ²	2	2	3	5
Profondeur en m	0,10	0,30	0,10	0,25
Hauteur en m	0,80	1,40	1,60	1,60
Recouvrement en %	70	90	100	90
Nombre d'espèces	2	2	2	4
<hr/>				
Caractéristique d'association <i>Typha latifolia</i>			44	44
Caractéristique du <i>Phragmitetum</i> <i>Phragmites australis</i>	44	55		12
Espèces des <i>Phragmitetea</i> <i>Carex riparia</i>	12		32	
<i>Eleocharis palustris</i>		22		
Espèces compagnes <i>Tolypella glomerata</i>				34
<i>Cladophora glomerata</i>				34

2. - Le *Scirpetum tabernaemontani* Passage 1964 - Tableau n° 9 -

Dans les lagunes littorales aux eaux subsaumâtres à saumâtres, cette Scirpaie se substitue à celle à *Scirpus lacustris* fréquente dans les grandes vallées de l'intérieur des terres. PASSARGE (1964) a érigé ce groupement en une association autonome. Elle est en pleine extension dans ce milieu.

TABLEAU N° 9 - *Scirpetum tabernaemontani* Passarge 1964

Relevé n°	1	2
Surface en m ²	5	5
Profondeur en m	0,30	0,20
Hauteur en m	1,20	1
Recouvrement en %	70	60
Nombre d'espèces	4	9
<hr/>		
Caractéristique d'association <i>Scirpus tabernaemontani</i>	45	44
Espèces des <i>Phragmitetea</i> <i>Alisma plantago-aquatica</i>	12	12
<i>Carex disticha</i>		+
<i>Sium erectum</i>		+
Espèces compagnes <i>Potamogeton pectinatus</i>	11	
<i>Chara vulgaris</i>	+2	
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>		+
<i>Cladophora glomerata</i>		+
<i>Vaucheria</i> sp.		+
<i>Equisetum palustre</i>		+
<i>Tussilago farfara</i>		+°

Cette "parvo-roselière", que SCHENNIKOV (1919, in OBERDORFER 1977) a élevée au rang d'association, occupe les marges de la rive sud en mosaïque avec les individus d'association du *Scirpo-Phragmitetum*. Ce groupement montre un stade jeune (R1), une variante-type (R2 à R4) et une variante à *Oenanthe lachenalii* (R5 à R9) signifiant un degré de trophie plus élevé du substrat (enrichissement en nitrates et en matières organiques).

5. - Le groupement à *Alisma plantago-aquatica* L. - Tableau n° 12 -

Il doit être considéré comme un groupement pionnier des *Phragmitetea* qui évolue rapidement vers celui à *Eleocharis palustris*.

TABLEAU N° 12 - Groupement à *Alisma plantago-aquatica* L.

Relevé n°	1	2
Surface relevée en m ²	1	5
Profondeur en m	0,20	0,30
Hauteur en m	0,30	0,30
Recouvrement en %	60	20
Nombre d'espèces	4	4
<hr/>		
Espèce des <i>Phragmitetea</i>		
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	44	21
Espèces compagnes		
<i>Potamogeton pectinatus</i>	12	
<i>Tolypella glomerata</i>	+2	+
<i>Cladophora glomerata</i>	+2	
<i>Ranunculus baudotii</i>		+
<i>Rumex crispus</i>		12

C - Autres groupements :

1. - Le groupement à *Festuca arundinacea* Schreb. et *Juncus inflexus* L.
- Tableau n° 13 -

Ponctuel, pauvre en espèces, lié aux variations du plan d'eau, il comporte 4 espèces de l'*Agropyro-Rumicion* qui permettent de le rattacher à cette alliance.

TABLEAU N° 13 - Groupement à *Festuca arundinacea* Schreb et *Juncus inflexus* L.

Surface relevée en m ²	15
Hauteur en m	0,80
Recouvrement en %	50
Nombre d'espèces	8
<hr/>	
Espèces de l' <i>Agropyro-Rumicion</i>	
<i>Juncus inflexus</i>	34
<i>Festuca arundinacea</i>	+2
<i>Rumex crispus</i>	+
<i>Carex otrubas</i>	+
Espèce des <i>Molinio-Arrhenateretea</i>	
<i>Epilobium hirsutum</i>	13
Espèces compagnes	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	11
<i>Mentha aquatica</i>	+2
<i>Epilobium adnatum</i>	11

2. - Le groupement à *Oenanthe lachenalii* C.C.Gmel et *Epilobium hirsutum* L. - Tableau n° 14 -

WESTHOFF et DEN HELD (1969) décrivent un groupement à *Juncus maritimus* et *Oenanthe lachenalii* qu'ils rangent dans l'alliance du *Convolvulion sepium* (*Artemistetea*). Le groupement relevé se limite "aux laisses du lac" et, quoique dépourvu de *Juncus maritimus*, il montre quelques analogies avec celui des auteurs néerlandais, se rattachant, par ce fait, à la même alliance.

TABLEAU N° 14 - Groupement à *Oenanthe lachenalii* C.C. Gmel et *Epilobium hirsutum* L.

Relevé n°	1	2
Surface relevée en m ²	3	5
Hauteur en m	0,80	0,80
Recouvrement en %	100	80
Nombre d'espèces	9	11
Caractéristiques		
<i>Oenanthe lachenalii</i>	23	12
<i>Epilobium hirsutum</i>	+2	34
Caractéristique du <i>Convolvulion</i>		
<i>Calystegia sepium</i>		21
Espèces compagnes		
<i>Agrostis stolonifera</i>	12	12
<i>Tussilago farfara</i>	11	22
<i>Juncus inflexus</i>	31	
<i>Carex otrubae</i>	11	
<i>Daucus carota</i>	11	
<i>Cirsium arvense</i>	+	
<i>Sonchus asper</i>	r	
<i>Arctium lappa</i>		13
<i>Rumex crispus</i>		+
<i>Arrhenatherum elatius</i>		+
<i>Lolium perenne</i>		+
<i>Alisma plantago-aquatica</i>		+
<i>Cirsium vulgare</i>		+

3. - Le *Ranunculetum scelerati* Sissingh 1946 em.R. Tüxen 1950
- Tableau n° 15 -

TABLEAU N° 15 - *Ranunculetum scelerati* Sissingh 1946 em.R. Tüxen 1950

Surface relevée en m ²	1
Hauteur en m	0,40
Recouvrement en %	90
Nombre d'espèces	5
Caractéristiques d'association	
<i>Rumex palustris</i>	11
<i>Ranunculus sceleratus</i>	+
Caractéristique des <i>Bidentetea</i>	
<i>Bidens tripartita</i>	44
Espèces compagnes	
<i>Tussilago farfara</i>	+2
<i>Phragmites australis</i>	+2

Caractérisé par *Ranunculus sceleratus* et *Rumex palustris* mais dominé physionomiquement par *Bidens tripartita*, il apparaît en automne, après la baisse de niveau des eaux.

4. - Le groupement à *Juncus bufonius* L. - Tableau n° 16 -

Prospérant sur les vases molles, il fait son apparition, tout comme l'association précédente, en période d'étéage.

TABLEAU N° 16 - Groupement à *Juncus bufonius*

Relevé n°	1	2
Surface relevée en m ²	0,5	0,5
Hauteur en m	0,05	0,05
Recouvrement en %	20	30
Nombre d'espèces	1	2
<hr/>		
Caractéristique des		
<i>Isoeto-Nanojuncetea</i>		
<i>Juncus bufonius</i>	21	21
Espèce compagne		
<i>Tolypella glomerata</i>		11°

5. - Autres groupements

D'autres groupements se remarquent en marge du plan d'eau. Certains sont dominés physionomiquement par *Scutellaria galericulata*, *Iris pseudocorus*, *Polygonum amphibium* fo. *terrestre* et s'insèrent dans les *Phragmitetea*; d'autres, par *Juncus effusus*, *Juncus inflexus*, *Juncus articulatus*, *Pulicaria dysenterica* et se rapportent aux *Molinio-Arrhenatheretea*.

D - Conclusions

1. - Bilan de l'analyse phytosociologique

Charetea fragilis (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964

Tolypelletum glomeratae Corillion 1957

Charetum vulgaris Corillion 1957

Potametea R. Tüxen et Preising 1942

Zannichellietum majoris (Baumann 1911) G. Lang 1967

Potametum pectinatis Carstensen 1955

Myriophyllo-Nupharetum W. Koch 1926

Ruppiaetea maritima J. Tüxen 1950

Ranunculietum baudotii Braun-Blanquet 1952

Phragmitetea R. Tüxen et Preising 1942

Scirpo-Phragmitetum W. Koch 1926

Scirpetum tabernaemontani Passarge 1964

Caricetum ripario-acutiformis Kobenz 1930

Groupement à *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult.

Groupement à *Alisma plantago-aquatica* L.

Groupement à *Iris pseudocorus* L.

Groupement à *Scutellaria galericulata* L.

Molinio-Arrhenatheretea R. Tüxen 1937

Groupement à *Juncus effusus* L.

Groupement à *Juncus inflexus* L.

Groupe ment à *Juncus inflexus* L. et *Festuca arundinacea* Schreb.

Groupe ment à *Juncus articulatus* L.

Groupe ment à *Pulicaria dysenterica* (L.) Bernh.

Artemisieta Lohmeyer, Preising et R. Tüxen 1950

Groupe ment à *Oenanthe lachenalii* C.C. Gmel. et *Epilobium hirsutum* L.

Isoeto-Nanojuncetea Braun-Blanquet et R. Tüxen 1950

Groupe ment à *Juncus bufonius* L.

Bidentetea tripartiti Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

Ranunculatum scelerati Sissingh 1946 em. R. Tüxen 1950

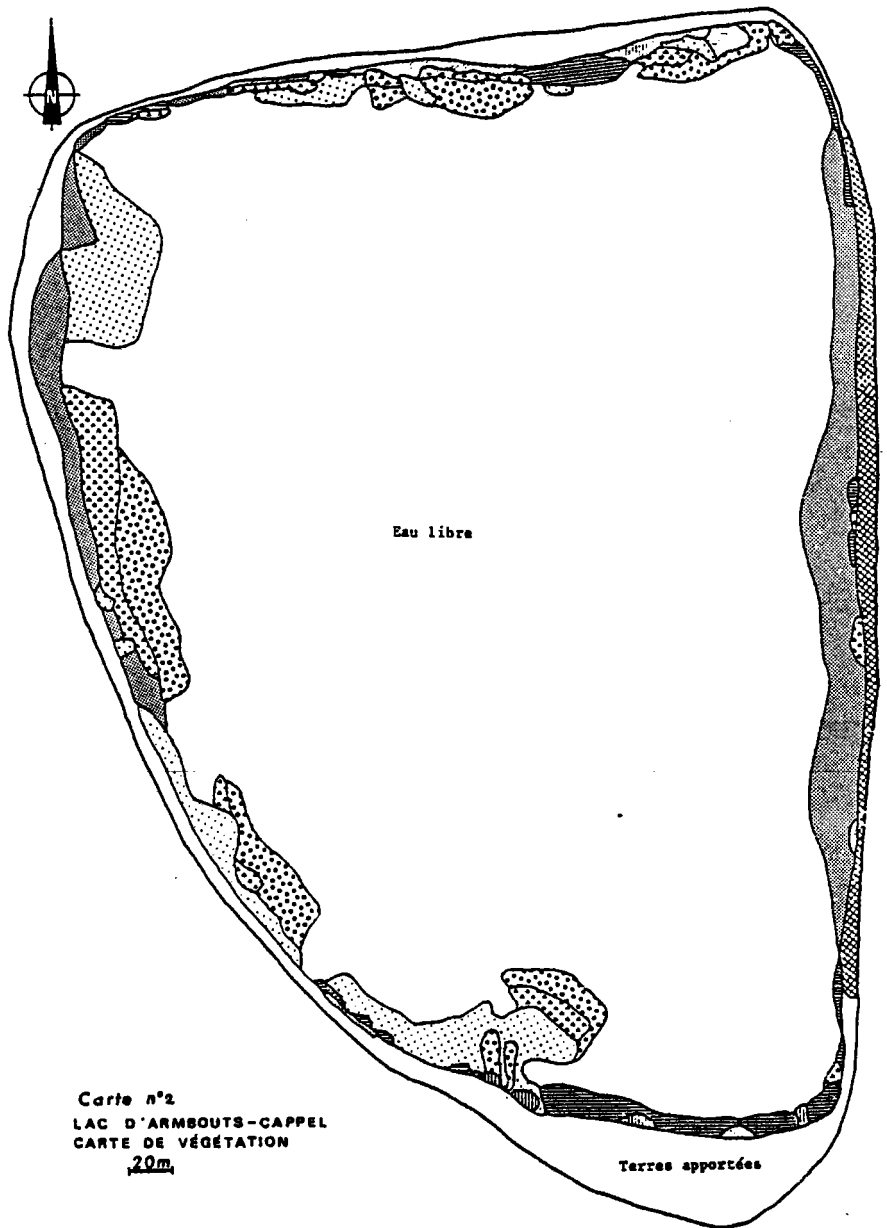
Il est difficile de situer dans le Synsystème le groupe ment à *Cladophora glomerata* (L.) Kütz. qui ne peut s'insérer que dans une classe phytosociologique restant à définir précisément et réunissant l'ensemble des unités sociologiques à Algues filamenteuses d'eaux douces et subsaumâtres.

2. - Carte de végétation (carte n° 2) :

Elle se limite aux unités supérieures et a été réalisée en été, après l'étude sur le terrain et la prise en compte de la photographie aérienne, de la carte des isobathes. Les groupe ments à développement automnal (*Ranunculatum scelerati*, groupe ment à *Juncus bufonius*) n'ont pas été représentés.

3. - Syndynamisme général :










Il est résumé dans les tableaux n° II et III qui se complètent. L'action des Anatidés sur les groupe ments d'hydrophytes fixés est prédominante. L'évolution générale est en partie bloquée. Les remaniements au niveau du substrat déterminent l'installation quasi-permanente des associations des *Charetea* qui jouent le rôle de para-climax.



Carte n°2
LAC D'ARMSOUTS-CAPPEL
CARTE DE VÉGÉTATION
20m

Terres apportées

CARTE DE VEGETATION DU LAC D'ARMOUITS CAPPEL

	Gt à <i>Cladophora glomerata</i>	
	Charion fragilis	(<i>Tolypelletum glomeratae</i> (<i>Charetum vulgare</i>
	Potamion	(<i>Zannichellietum majoris</i> (<i>Potametum pectinati</i>
	Nymphaeion	(<i>Myriophyllo-Nunharetum</i>
	Ruppion maritimae	(<i>Ranunculetum baudotii</i>
	Phragmition	(<i>Scirpo-Phragmitetum</i> (<i>Scirpetum tabernaemontanii</i> (Gt à <i>Alisma plantago-aquatica</i>
	Magnocaricion	(<i>Caricetum ripario-acutiformis</i> (Gt à <i>Eleocharis palustris</i> (Gt à <i>Scutellaria galericulata</i> (Gt à <i>Polygonum amphibium f. terrestris</i> (Gt à <i>Iris pseudacorus</i>
	Molinetalia	(Gt à <i>Festuca arundinacea</i> et (<i>Juncus inflexus</i> (Gt à <i>Juncus inflexus</i> (Gt à <i>Juncus effusus</i> (Gt à <i>Juncus articulatus</i>
	Convolvulion	(Gt à <i>Oenanthe lachenalii</i> et (<i>Epilobium hirsutum</i>

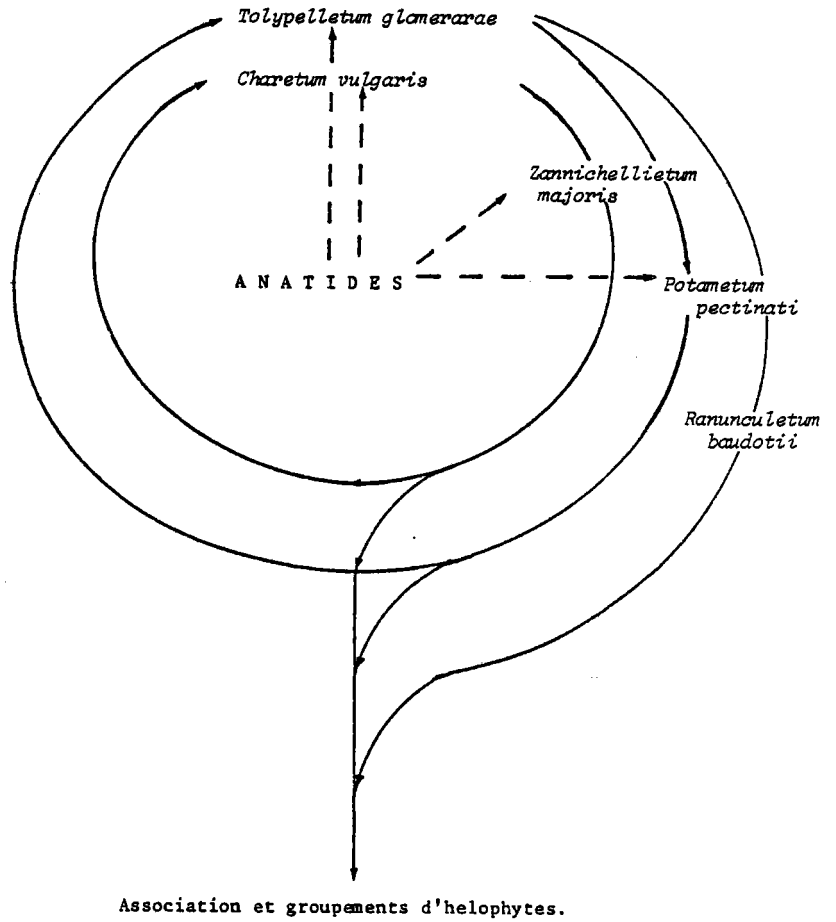


TABLEAU n° II : ROLE DES ANATIDES DANS L'EVOLUTION DE LA VEGETATION.

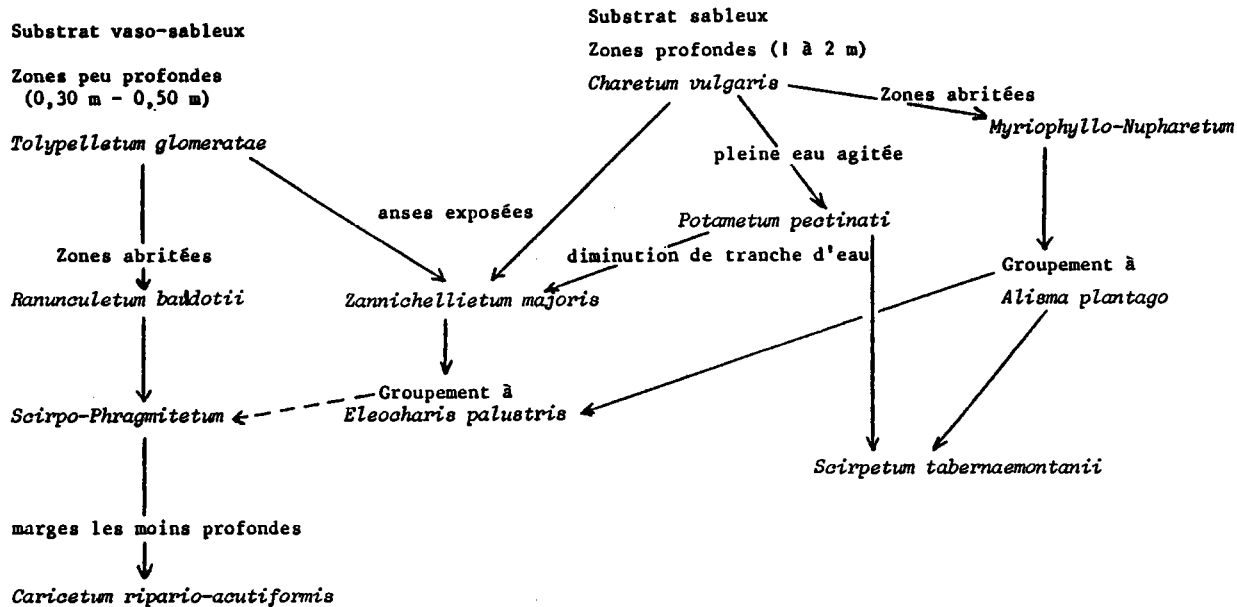


TABLEAU n° III - SYNDYNAMISME GENERAL

III - ANALYSE FLORISTIQUE

Soixante trois espèces, variétés, formes, ont été relevées au niveau du lac. Plusieurs espèces (-) ne figurent pas dans les tableaux de végétation.

Phycophytes : (nomenclature selon les Algues vertes, les Algues brunes de BOURRELY, 1966)

Cladophora glomerata (L.) Kütz.
Mougeotia C.A. Ag. sp.
Oedogonium Link sp.
Spirogyra Link sp.
Vaucheria sp.
Zygnema Ag. sp.

Charophytes : (nomenclature selon la Flore des Charophytes de CORILLION, 1977)

Chara vulgaris L.
Chara vulgaris L. var. *longibracteata*
Tolypella glomerata (Desv. in Lois.) Leonh.

Spermatophytes : (nomenclature selon la Flore de Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines de DE LANGHE *et al.*, 1973)

Agrostis stolonifera L.
Agrostis stolonifera L. fo. *fluitans*
Alisma plantago-aquatica L.
Alnus glutinosa (L.) Gaertn.
Arrhenatherum elatius (L.) Beauv. ex. J. et C. Presl.
Bidans tripartita L.
Calystegia sepium (L.) R. Br.
Carex disticha Huds
Carex otrubae Podp.
Cirsium arvense (L.) Scop.
Cirsium vulgare (Savi) Ten.
Daucus carota L.
Eleocharis palustris (L.) Roem. et Shult.
Epilobium adnatum Griseb.
Epilobium hirsutum L.
Equisetum palustre L.
Festuca arundinacea Schreb.
Iris pseudocorus L.
Juncus articulatus L.
Juncus bufonius L.
Juncus effusus L.
Juncus inflexus L.
Lolium perenne L.
Lycopus europaeus L.
Mentha aquatica L.
Myriophyllum spicatum L.
Oenanthe lachenalii C.C. Gmel.
Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud
Poa trivialis L.
Polygonum amphibium L. fo. *natans*
Polygonum amphibium L. fo. *terrestris*
Potamogeton pectinatus L.
Pulicaria dysenterica (L.) Bernh.
Ranunculus baudotii Godron

- Ranunculus circinatus* Sibth.
Ranunculus sceleratus L.
Rumex crispus L.
Rumex palustris Smith.
 - *Salix alba* L.
 - *Salix caprea* L.
 - *Salix* x *capreola* Kerner ex Anders
 - *Salix fragilis* L.
 - *Salix repens* L. subsp. *argentea* (Smith) Neumann ex Rech. f.
 - *Salix* x *rubra* Huds.
 - *Salix viminalis* L.
Scirpus tabernaemontani C.C. Gmel.
Scutellaria galericulata L.
Sium erectum Huds.
Sonchus asper (L.) Hill
Tussilago farfara L.
Typha latifolia L.
 - *Ulmus campestris* L.
Vicia cracca L.
Zannichellia palustris L. subsp. *palustris*

IV - PROJETS D'AMENAGEMENTS

Les aménagements devront être menés de façon rationnelle. Ils devront tenir compte, non seulement de la végétation actuelle, mais aussi de la végétation potentielle, de l'ichthyofaune et de l'avifaune.

Il est évident que toute modification de l'une des composantes de l'écosystème lacustre entraînera des perturbations au niveau de son ensemble.

Cet étang a une vocation essentiellement piscicole et l'idée de chasse — totalement incompatible avec le rôle de relai migratoire de valeur exceptionnelle qu'il détient pour l'avifaune — doit être proscrite.

L'amélioration de la valeur piscicole pourra se faire par introduction de groupements, d'espèces végétales régionales adaptées, allant dans le sens du dynamisme général, d'espèces potentielles climaciques ; introduction modérée sur la nécessité de constitution de frayères diversifiées. Ces espèces peuvent appartenir à des groupements définis. (Tableau n° IV).

CONCLUSION GENERALE

Le lac d'Armbouts-Cappel est un milieu jeune, où la végétation est cependant relativement diversifiée. La richesse en groupements — paradoxalement pauvres en espèces — est fonction de l'avifaune sédentaire, utilisant le milieu comme "biotope d'alimentation", et migratrice, utilisant le lac comme relai migratoire.

L'importance de l'étendue des herbiers à Charophytes est à souligner. Ces formations sont en relations étroites avec les populations d'Anatidés se nourrissant d'hydrophytes et rajeunissant constamment le milieu par perturbation du substrat. Elles constituent à la limite, dans les zones les plus régulièrement remaniées, un paraclimax.

L'introduction de groupements élémentaires constitués est réalisable, mais elle doit obligatoirement tenir compte des potentialités piscicoles et avicole du lac et veiller à maintenir son intégration dans l'environnement naturel.

TABLEAU n° IV : PROPOSITIONS D'INTRODUCTION DE GROUPEMENTS ET D'ESPECES VEGETALES.

ASSOCIATIONS ET GROUPEMENTS	INTERET PISCICOLE ET AUTRES
ASSOCIATIONS ET GROUPEMENTS D'HYDROPHYTES	
<i>Myriophyllo-Nuphar</i> W. Koch 1926 faciès à <i>Nuphar lutea</i>	a) assure le rehaussement indéniable de la valeur esthétique d'un site. b) La face inférieure des feuilles flottantes de <i>Nuphar lutea</i> constitue la niche écologique de nombreuses espèces de Diatomées intervenant directement dans l'alimentation des alevins, donc rôle de "fixation" de producteurs dans les chaînes alimentaires.
<i>Potamogeton lucentis</i> Hueck 1931	réalise une excellente frayère à Gardon (<i>Rutilus rutilus</i>), à Rotengle (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>) et à un degré moindre à Brème. (<i>Abramis brama</i>)
<i>Callitriche obtusangulae</i> Seibert 1962 variante des eaux peu courantes	a) forme un biotope de choix pour les Gammaridés (<i>Gammarus pulex</i>) consommés par la Perche (<i>Perca fluviatilis</i>) b) joue aussi le rôle de refuge et de producteur intense d'O ₂ pour les alevins.
ASSOCIATIONS ET GROUPEMENTS D'HELOPHYTES	
<i>Scirpo-Phragmitetum</i> W. Koch 1926 faciès à <i>Typha angustifolia</i> L.	a) assure le rôle de coupe-vent et permet alors le développement des groupements du <i>Nymphaeion</i> b) conditionne l'attachement au lac, de Passereaux paludicoles, telles la Rousserolle effarvate (<i>Acrocephalus scirpaceus</i>), la Rousserolle turdoïde (<i>Acrocephalus arundinaceus</i>)
<i>Hippuridetum vulgaris</i> Passarge 1955	constitue une bonne frayère à Brochet (<i>Esox lucius</i>)
Groupement à <i>Carex pseudocyperus</i> L.	permet une protection efficace des berges contre l'érosion.
AUTRES GROUPEMENTS	
Groupement à <i>Agrostis stolonifera</i> et <i>Glyceria fluitans</i>	réalise une très bonne frayère à Brochet (<i>Esox lucius</i>)
PLANTATIONS DE LIGNEUX	
<i>Salix alba</i> L.	créé des zones d'ombre pour le pêcheur; l'arbre âgé, creusé de cavités, permet la nidification des rapaces nocturnes : Chouette hulotte (<i>Strix aluco</i>) et Chouette chevêche (<i>Athene noctua</i>)
<i>Salix acuminata</i>	a) en buissons denses, joue le rôle de coupe-vent. b) favorise la nidification des Passereaux paludicoles comme le Bruant des roseaux (<i>Emberiza schoenioides</i>)
<i>Salix repens</i> L. subsp. <i>argentea</i> (Smith) Neumann ex Rach. f.	en buissons serrés réalise un coupe-vent non négligeable
ESPECES A NE PAS INTRODUIRE :	
Arbres et arbustes dits ornementaux provoquant une perte indéniable de la spécificité des sites qui ne s'intègrent plus dans les paysages.	

BIBLIOGRAPHIE

- BOURRELY, P., 1966. - Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Les Algues vertes. Boubée et Cie, 512 p. Paris.
- BOURRELY, P., 1966. - Les Algues d'eau douce. Initiation à la systématique. Les Algues brunes. Boubée et Cie, 512 p. Paris.
- CORILLION, R., 1957. - Les Charophycées de France et d'Europe occidentale. Imp. Bretonne, 499 p. Rennes.
- CORILLION, R., 1977. - Flore des Charophytes (Characées) du Massif armoricain et des contrées voisines d'Europe occidentale. Jouve ed., 216 p. Paris.
- DE LANGHE et al., 1973. - Nouvelle Flore de Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). Ed. *Patrim. Jard. Bot. Nat. de Belgique*, 821p., Bruxelles.
- HARTOG, C. den., 1963. - Einge waterplantengemeenschappen in Zeeland. *Gorteria*, 1 : 155-164. Leiden.
- HILD, J. et REHNELT, K., 1970. - Die Kalfloch und ihre Gewässer. *Vegetatio*, 21 : 255-276. Den Haag.
- KRAUSCH, H.D., 1964. - Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee. Gebietes. I. Die Gesellschaften des offenen Wassers. *Limnologica*, 2 : 145-203. Berlin.
- MERLAUX, J.L., 1977. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais). Thèse Doct. 3ème cycle, 250 p. Metz.
- OBERDORFER, E., 1970. Pflanzensozioologische. Exkursionsflora für Süddeutschland. Ulmer. 987 p.
- OBERDORFER, E., 1977. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften. G. Fischer, 311 p. Stuttgart.
- SOMME, J., 1969. - La plaine maritime. *Soc. Geol. Nord*, 89 : 117-126. Lille.
- TUXEN, R., 1974. - Das Lahrer Moor. *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem.*, N.F. 17: 39-68. Todenmann ü Gottingen.
- WESTHOFF, V. et DEN HELD, A.J., 1969. - Plantengemeenschappen in Nederland. *B.V.W.J. Thième et Cie*, 324 p. Zutphen.

ETUDE DE LA QUALITE DES EAUX
DU LAC D'ARMOUITS-CAPPEL

P. VERDEVOYE, Hydrobiologiste au Service Régional de l'Aménagement des Eaux (S.R.A.E.)

avec le concours :

- du Laboratoire d'Algologie du Centre Technique du Génie Rural des Eaux et des Forêts
(C.T.G.R.E.F.)
- de J.L. MERIAUX, Phytosociologue
Institut Européen d'Ecologie de METZ
Laboratoire d'Ecologie Végétale
Faculté de Pharmacie de LILLE

1 - INTRODUCTION

2 - PRESENTATION DU SITE

2.1. - Localisation

2.2. - Caractéristiques morphologiques

2.3. - Géologie

2.4. - Alimentation

3 - PRESENTATION DE L'ETUDE

3.1. - Etude physico-chimique

3.2. - Etude du nanoplancton

3.3. - Etude de la végétation

4 - ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

4.1. - Résultats

4.2. - Interprétation

5 - ANALYSES DU NANOPLANCTON

5.1. - Résultats

5.2. - Interprétation

6 - ANALYSE DE LA VEGETATION

6.1. - Liste des espèces

6.2. - Carte de la végétation

6.3. - Caractéristiques phytosociologiques des principaux groupements

6.3.1. - Les groupements d'hydrophytes fixes

6.3.2. - Les groupements d'hélophytes

6.3.3. - Les autres groupements

6.4. - Syndynamisme général

7 - CONCLUSIONS

ANNEXES

Annexe n° 1 - Résultats des analyses physico-chimiques - Mars 1978

Annexe n° 2 - Résultats des analyses physico-chimiques - Avril 1978

Annexe n° 3 - Résultats des analyses physico-chimiques - Juin 1978

Annexe n° 4 - Résultats des analyses physico-chimiques - Septembre 1978

Annexe n° 5 - Inventaire des organismes planctoniques



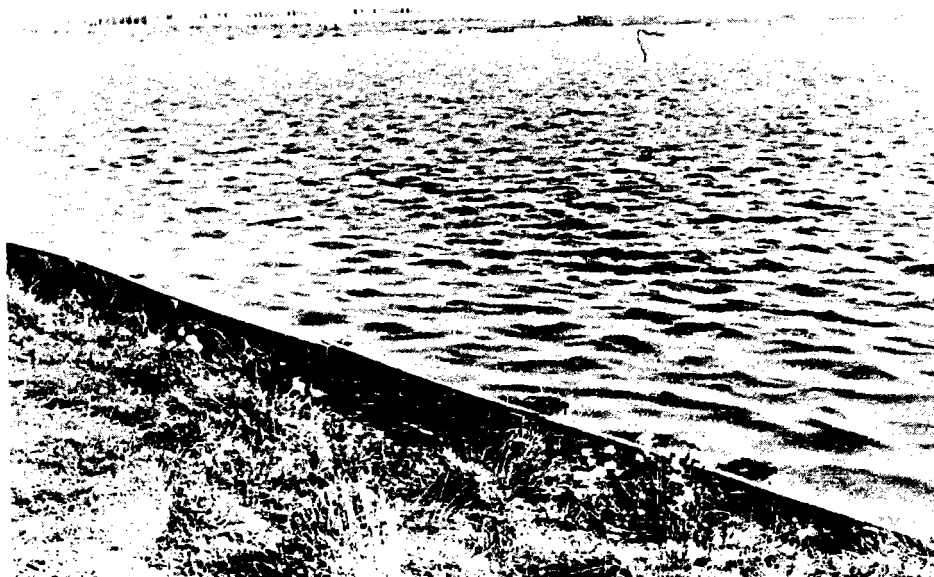
1 - INTRODUCTION

La Communauté Urbaine de DUNKERQUE, propriétaire du lac d'ARMBOUTS-CAPPEL, souhaite développer sur ce site des activités de loisirs.

L'aménagement du lac a été confié à l'Agence d'Urbanisme de DUNKERQUE (A.G.U.R.).

L'intérêt du site et des activités susceptibles d'y être développées étant liés à la présence de l'eau, il était nécessaire, avant tout projet, de connaître l'état actuel de la qualité du plan d'eau et son évolution en fonction de certaines hypothèses.

C'est dans cet esprit que l'A.G.U.R. a confié au Service Régional de l'Aménagement des Eaux (S.R.A.E.) la réalisation de l'étude hydrobiologique du lac.



2 - PRESENTATION DU SITE

2.1. - Localisation

Le lac d'ARMBOUTS-CAPPEL se situe au Sud Ouest de l'agglomération de DUNKERQUE à proximité de l'intersection de la voie expresse BERGUES - DUNKERQUE et de la D. 52 entre les lieux-dits du "CROMMENHOUCK" et du "CAPELLEHOUCK".

L'environnement proche du lac comprend, outre la voie expresse à l'Ouest, des bâtiments de ferme, un motel et des terrains agricoles.

2.2. - Caractéristiques morphologiques

Ce lac a été créé en 1967 par le creusement d'une sablière destinée à fournir les matériaux de remblais pour la voie rapide. Il présente une forme triangulaire dont la pointe ovalisée est orientée vers le Sud. Sa superficie est d'environ 15 hectares et son volume est de 10^6 m^3 environ.

Les fonds, initialement à - 15 m, sous la surface piézométrique, se sont stabilisés, après fluage des sables, vers - 8m.

Les berges présentent une pente douce sur les rives Sud et Ouest et une pente plus forte sur les autres rives. Des protections (planches, blocs de grès) ont été mises en place afin de réduire l'érosion des berges due au batillage provoqué par les vents.

2.3. - Géologie

Le lac se trouve dans la partie maritime de la plaine flamande dont la base est constituée par l'argile yprésienne (argile des Flandres). Il est creusé dans les alluvions marines de l'holocène : dunkerquien (sables, argiles, limons argilo sableux) qui reposent sur des sables flandriens (argiles, sables pissards).

Les terrains superficiels des abords immédiats du lac ont été plus ou moins remaniés durant l'exploitation de la sablière.

Des sondages pédologiques, réalisés par le S.R.A.E. à 1,60 m de profondeur, montrent un dépôt supérieur de texture fine (limons argileux) sur un niveau sous-jacent de sables fins qui présentent en profondeur un caractère de boulangerie accentué.

Les différentes profondeurs d'apparition des sables oscillent entre 0,6 m et 1,3 m.

Lors de la prospection (mi-Août) l'eau apparaissait dans le sol un peu au-delà de 1 m.

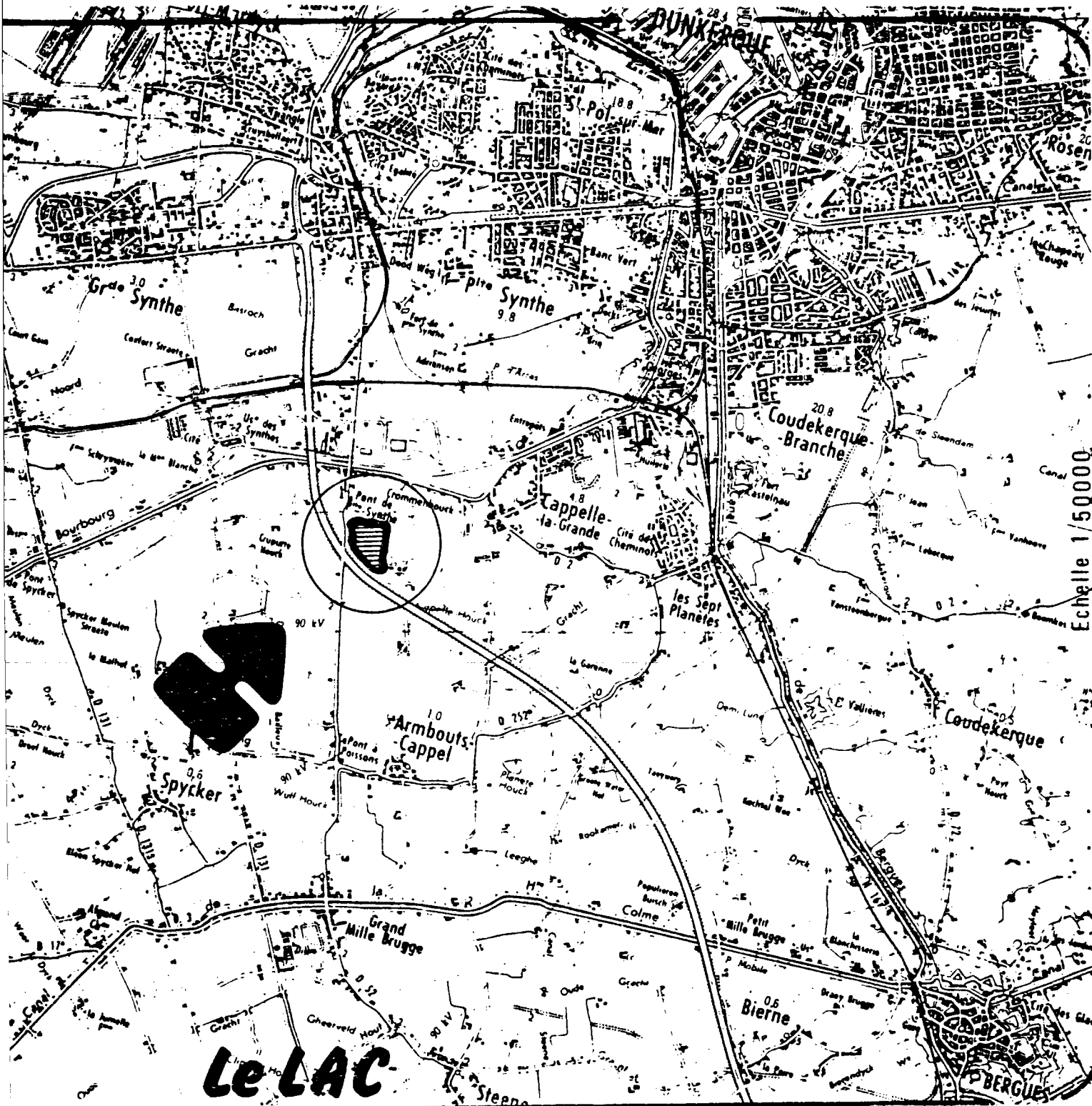
2.4. - Alimentation du lac

Elle se fait principalement par la nappe phréatique d'eau douce contenue dans les sables. Cette nappe se superpose à une autre nappe plus profonde et salée. Il peut donc se produire des remontées ou des mélanges de cette eau dans le lac en fonction du niveau de charge respectif de chaque nappe.

A cette alimentation viennent s'ajouter au moment des pluies (principalement en automne et en hiver) les eaux météoriques et les eaux de ruissellement de la voie expresse qui transitent dans un fossé qui longe la rive Ouest et qui communique avec le lac par deux ouvrages en béton.

Le trop plein du lac se déverse par un seuil dans un watergang (le Yoorendyck) parallèle à la rive Est.





Echelle 1/50000

Le LAC

3 - PRESENTATION DE L'ETUDE

L'étude réalisée au cours de l'année 1978 a porté sur la détermination des caractéristiques suivantes :

- . analyses physico-chimiques
- . analyse du plancton
- . analyse de la végétation des rives et des berges.

3.1. - Analyses physico-chimiques de l'eau

Quatre campagnes de mesure ont été effectuées aux différentes périodes saisonnières de l'année :

- . 01 Mars 1978 (hiver)
- . 26 Avril 1978 (printemps)
- . 28 Juin 1978 (début été)
- . 06 Septembre 1978 (fin été)

Chaque campagne a comporté sept prélèvements (CF. carte de situation des points de prélèvements), cinq en surface et deux au niveau du fond (ceci afin de mettre en évidence une éventuelle stratification verticale), réalisés à l'aide d'une bouteille à clapets.

Les analyses ont été effectuées en partie "in situ" et en partie dans le laboratoire du S.R.A.E. à LILLE.

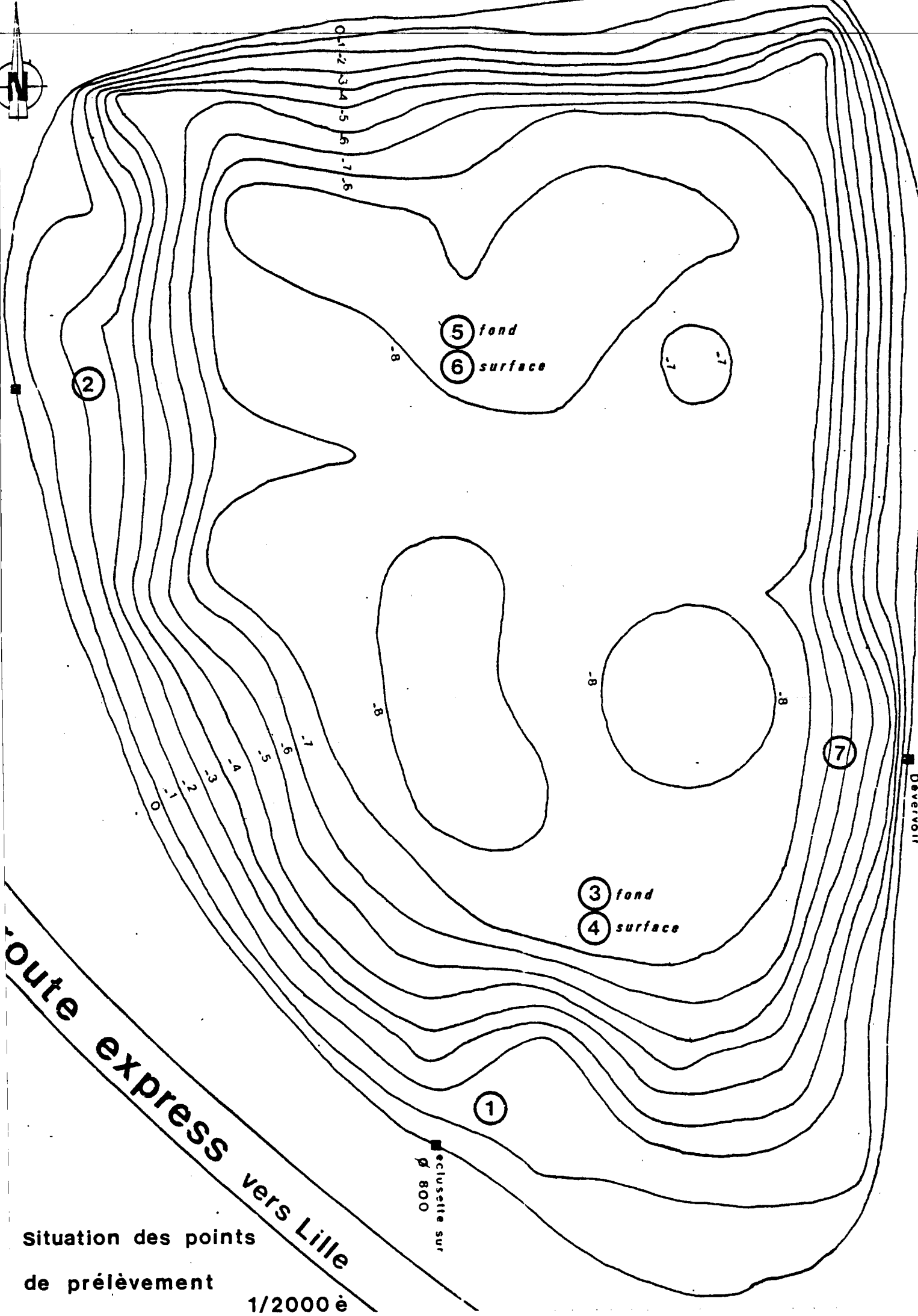
3.2. - Analyse du plancton

Les prélèvements ont été réalisés (aux mêmes dates que la physico-chimie) au milieu du lac dans la tranche d'eau supérieure (0 à 1 m) à l'aide d'un filet de 28 μ de maille.

Les échantillons, fixés au formol à 4 %, ont été envoyés pour analyse et interprétation au Laboratoire d'Algologie du C.T.G.R.E.F. à PARIS.

3.3. - Analyse de la végétation

Un premier relevé a été réalisé au cours de la campagne du 28 Juin 1978 et un second au cours du mois d'Octobre.



Situation des points
de prélèvement

1/2000 è

4.1. - Résultats

Se reporter aux tableaux en annexe.

4.2. - Interprétation

- Température de l'eau

Elle varie au cours de l'année (de 4,5°C à 16,4°C) en suivant l'évolution saisonnière. Au cours d'une même journée, les variations entre les différents points de prélèvement sont nulles ou très faibles (quelques dixièmes). On n'observe pas de stratification thermique.

- Transparence (au disque de SECCHI)

Elle varie dans une fourchette assez étroite de 0,90 à 2,00 m. Sur l'ensemble de nos tournées, on observe donc des transparences faibles en rapport avec la présence d'un plancton abondant.

- Matières en suspension

Les teneurs en matières en suspension sont normales.

- pH

L'eau présente un pH à tendance basique qui varie de 7,6 à 8,6 unités au cours des tournées.

Ces valeurs résultent de l'activité photo-synthétique des végétaux aquatiques et correspondent à une bonne productivité planctonique.

- Conductivité

Elle est très forte, avec des valeurs supérieures à 1 000 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$. Ces valeurs anormales pour des eaux douces s'expliquent par la contamination du lac par des remontées d'eaux salées.

- Oxygène dissous

Les teneurs en oxygène dissous sont bonnes. Le pourcentage de saturation est, dans l'ensemble, supérieur à 90 %. Toutes les mesures ont été réalisées en fin de matinée durant la photo-synthèse.

Durant la nuit, il n'est pas impossible que la situation soit moins favorable. Ceci est un point important qu'il serait souhaitable d'approfondir.

- Matières organiques

La détermination des matières organiques présentes dans l'eau s'effectue à partir des mesures de l'oxydabilité de la DBO_5 et de la DCO.

Au cours des tournées, des variations sensibles apparaissent. En Mars et en Septembre, l'eau est de qualité moyenne avec un taux de matières organiques notable. En Avril et en Juin, les teneurs sont moins élevées. En Mars et en Avril, les valeurs maximales sont relevées au fond du lac alors qu'en Septembre c'est l'inverse.

- Alcalinité

L'alcalinité est moyenne et correspond à des eaux très productives. En Mars, l'alcalinité à la phénolphtaléine résulte d'une activité photo-synthétique intense. Les valeurs diminuent de l'hiver vers l'été.

- Chlorures

Les teneurs élevées en chlorures sont dues aux infiltrations d'eau de la nappe salée sous-jacente. Leur origine est donc naturelle.

- Calcium et magnésium

Les teneurs en calcium sont moyennes et celles en magnésium plutôt élevées. La dureté totale (dureté calcique + dureté magnésienne) est voisine de 25°F. Ces valeurs correspondent à une productivité moyenne.

- Sodium et potassium

Les teneurs en sodium sont élevées. Elles sont en rapport avec les teneurs en chlorures. Même remarque pour le potassium dont les teneurs sont supérieures à celles rencontrées dans certains lacs européens eutrophes. Le potassium stimule la croissance planctonique.

- Matières azotées

Les teneurs en nitrate sont faibles (comprises entre 1,1 mg/l et 1,5 mg/l). Les nitrites ne sont décelables qu'en Mars et en Avril avec des teneurs basses. L'azote ammoniacal est présent à des teneurs de quelques dixièmes de mg/l, caractérisant une pollution insidieuse sensible. Ces trois formes de l'azote participent à la nutrition des végétaux.

- Sulfates

Composés naturels des eaux, les sulfates sont associés aux cations majeurs. En l'absence de pollution, ils proviennent essentiellement de la dissolution du gypse.

Dans le lac, les teneurs élevées (90 à 110 mg/l) résultent vraisemblablement de la présence de gypse dans l'argile des Flandres.

- Phosphates

Les phosphates peuvent provenir naturellement de la décomposition de la matière organique ou par action de l'homme : engrais, détergents... Les teneurs mesurées dans les eaux du lac sont faibles et pratiquement constantes.

Les phosphates jouent un rôle très important en tant qu'élément nutritif pour la flore.

5 - ANALYSE DU NANOPLANCTON

5.1. - Résultats

Les résultats des inventaires réalisés figurent en annexe. Ils sont exprimés en ‰ d'abondance relative (P signifiant présence).

5.2. - Interprétation

La répartition des principaux groupements systématiques au cours des quatre campagnes peut être schématisée comme suit :

Groupes systématiques	Dates des prélèvements			
	MARS	AVRIL	JUIN	SEPTEMBRE
Crustacés Cladocères	7	4	0	0
Crustacés Copépodes	5	20	2	4
Rotifères	18	24	7	0
Ciliés	80	198	0	0
<u>Zooplancton</u> (total)	110	246	9	4
Cyanophycées	10	0	1	920
Dinophycées	3	22	863	64
Euglénophycées	90	8	0	0
Chlorophycées Volvocales	129	2	0	0
Chlorococcales	18	5	102	0
Desmidiées	6	3	7	0
Chlorophycées (total)	153	10	109	0
Diatomées Centriques	153	39	9	0
Diatomées Pennatées	479	675	7	11
<u>Phytoplancton</u> (total)	888	754	989	995

Au cours des saisons, le peuplement évolue fortement tout en restant caractéristique d'une eau de qualité médiocre.

Dès le mois de Mars, il faut constater une abondance anormale des Eugléniens et des algues vertes Chlorococcales. Les premiers apparaissent en général après des proliférations de Cyanophycées ou plus généralement en présence de matières organiques en voie de décomposition. Les secondes sont en relation étroite avec les teneurs en azote et phosphore dissous dans l'eau.

La plupart des auteurs s'accordent pour considérer ces groupes comme électifs des formations aquatiques eutrophes. Ce caractère paraît confirmé par la prédominance dans le plancton à Diatomées d'*Asterionella formosa*, forme caractéristique des lacs eutrophes (VOLLENWEIDER).

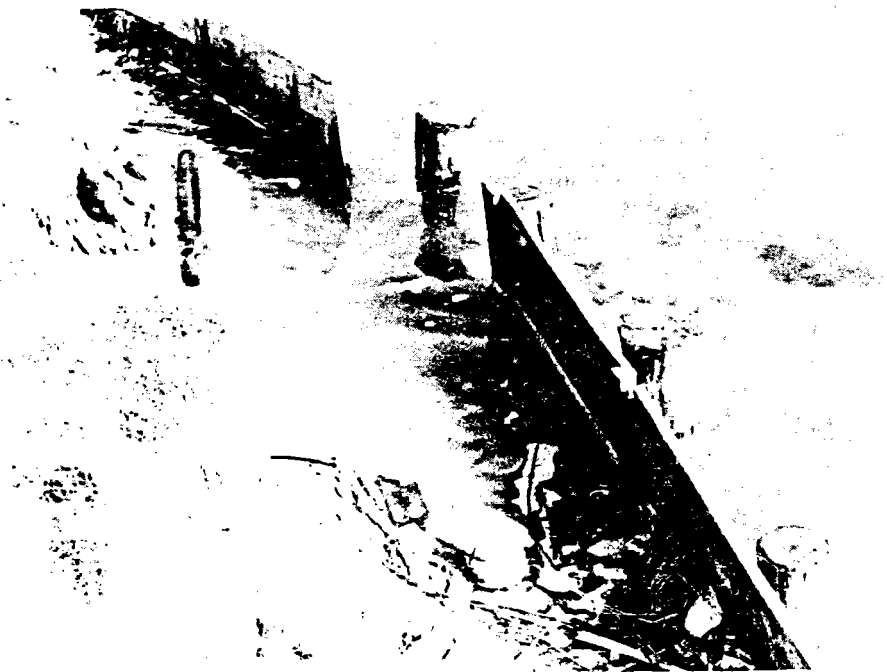
En Avril, le Zooplancton reste assez diversifié alors qu'apparaissent dans le Phytoplancton les Dynophycées. Les Chlorophycées et les Eugléniens ont fortement régressé. Les Diatomées sont les mieux représentées avec *Asterionella formosa* et surtout *Fragilaria capucina* (forme tychoplanctonique élective des lacs eutrophes d'après HUBER PESTALOZZI).

A côté de très nombreuses formes tychoplanctoniques ou périphytiques apparaissent des espèces halophiles (*Caloneis amphisbaena*, *Nitzschia apiculata*, *Navicula solinarium*, *Synedra pulchella*, etc...) ou mésohalobes (*Actinoptychus*, *Coscinodiscus*, *Raphoneis*, *Trachyneis*,...). Bien que leur abondance reste très restreinte (2,5 % du peuplement environ) ces espèces traduisent l'existence d'apports marins (colonisation possible par les embruns provenant de la mer toute proche). En Juin, parallèlement à un appauvrissement du Zooplancton, le Phytoplancton à Diatomées régresse très nettement.

L'association dominante (96 % du peuplement) comprend deux Péridiniens (*Ceratium hirundinella* et *Peridinium cinctum*) et une Chlorococcale (*Cocystis solitaria*) beaucoup moins représentée. Selon WURTZ (1958) et HUTCHINSON (1957) de telles proliférations de Péridiniens caractérisent des formations eutrophes.

En Septembre, l'échantillon contenait presque exclusivement des Cyanophycées (92 %) et quelques cellules de Péridiniens.

Les fleurs d'eau à Cyanophycées et surtout celles à *Anabaena* et *Aphanizomenon flos aquae* sont caractéristiques des plans d'eau fortement eutrophes.



6.1. - Liste des espèces

Soixante deux espèces, variétés, formes ont été recensées au niveau du lac :

. Phycophytes (nomenclature selon LES ALGUES D'EAU DOUCE - P. BOURRELY)

Cladophora glomerata

Mougeotia sp

Oedogonium sp

Spirogyra sp

Vaucheria sp

Zygnema sp

. Charophytes (nomenclature selon LA FLORE DES CHAROPHYTES de CORILLON)

Chara vulgaris

Chara vulgaris var. longibracteata

Tolypella glomerata

. Spermatophytes (nomenclature selon LA FLORE DE BELGIQUE, du GRAND DUCHE de LUXEMBOURG, du NORD DE LA FRANCE de DE LANGHE)

Agrostis stolonifera

Agrostis stolonifera fo. fluitans

Alisma plantago aquatica

Alnus glutinosa

Arrhenatherum elotius

Bidens tripartita

Calystegia sepium

Carex disticha

Carex strubae

Cirsium arvense

Cirsium vulgare

Daucus carota

Epilobium adnatum

Epilobium hirsutum

Equisetum palustre

Festuca arundinacea

Eleocharis palustris

Iris pseudacorus

Juncus articulatus

Juncus bufonius

Juncus effusus
Juncus inflexus
Lolium perenne
Lycopus europaeus
Mentha aquatica
Myriophyllum spicatum
Oenanthe lackenalii
Phragmites australis
Poa trivialis
Polygonum amphibium fo. natans
Polygonum amphibium fo. terrestris
Potamogeton pectinatus
Pulicaria dysenterica
Ranunculus baudotii
Ranunculus circinatus
Ranunculus sceleratus
Rumex crispus
Rumex palustris
Salix alba
Salix caprea
Salix x capreola
Salix fragilis
Salix repens subsp. argentea
Salix x rubra
Salix viminalis
Scirpus tabernaemontanii
Sium erectum
Sonchus asper
Tussilago farfara
Typha latifolia
Ulmus campestris
Vicia cracca
Zannichellia palustris subsp. palustris

6.2. - Carte de la végétation

Elle se limite aux unités supérieures et a été réalisée d'après les relevés de Juin en tenant compte de la photo aérienne et de la carte des isobathes.

Les groupements à développement automnal (*Ranunculetum scelerati*, groupement à *Juncus bufonius*) n'ont pas été représentés.

CARTE DE VEGETATION DU LAC D'ARMOUITS-CAPPEL

au 1/2000

LEGENDE

Gt à *Cladophora glomerata*

Charion fragilis { *Tolypelletum glomeratae*
 { *Charatum vulgare*

Potamion { *Zannichellietum majoris*
 { *Potametum pectinati*

Nymphaeion { *Myriophyllo - Nupharetum*

Ruppion maritimae { *Ranunculetum baudotii*

Phragmition { *Scirpo - Phragmitetum*
 { *Scirpetum tabernaemontanii*
 { Gt à *Alisma plantago-aquatica*

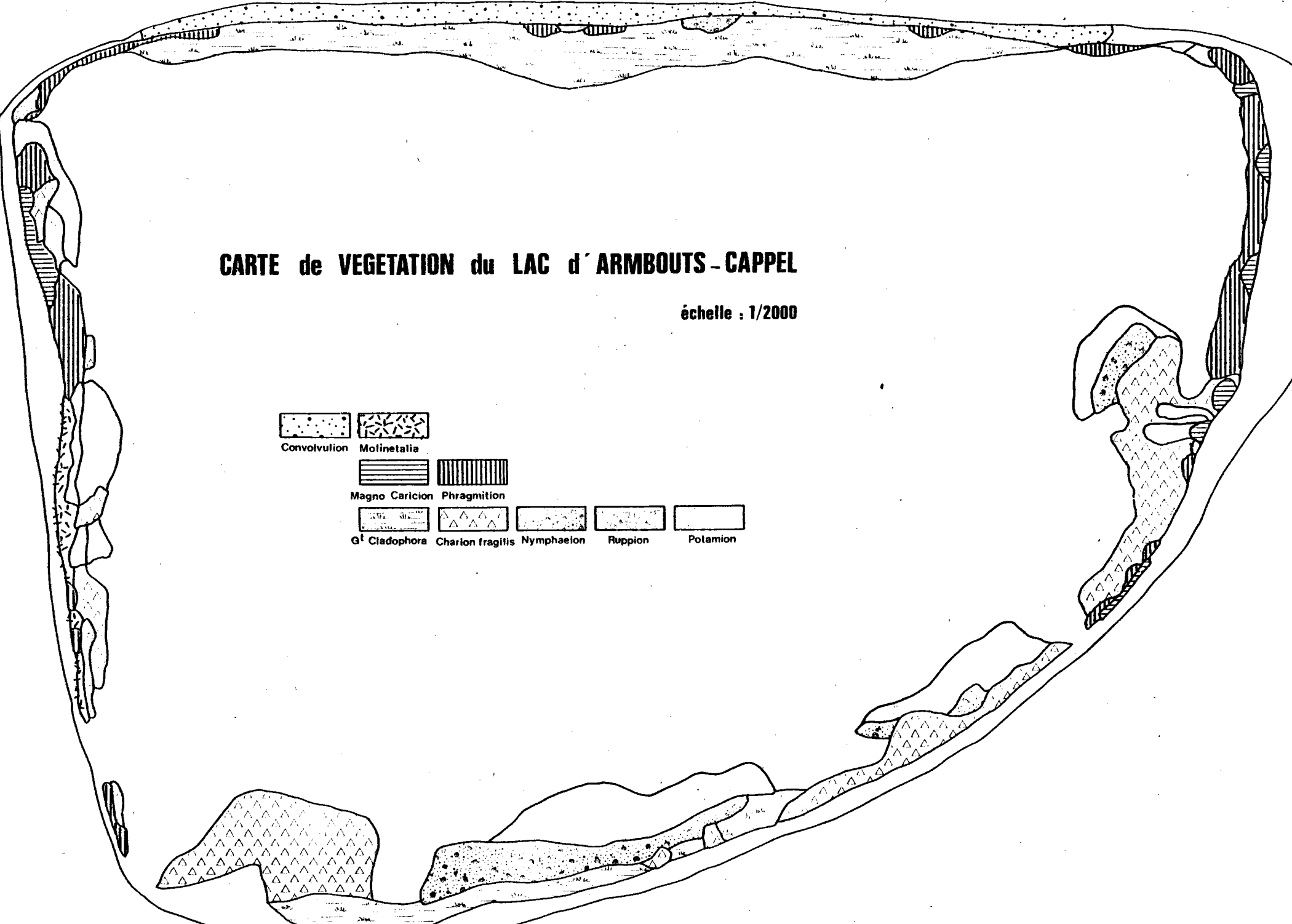
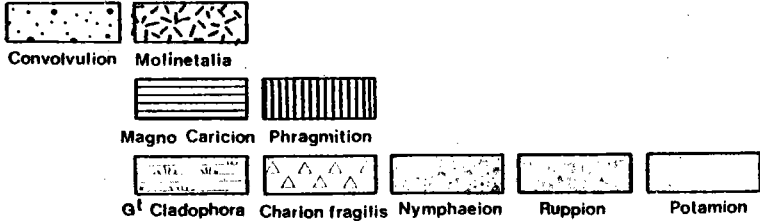
Magnocaricion { *Caricetum ripario-acutiformis*
 { Gt à *Eleocharis palustris*
 { Gt à *Scutellaria galericulata*
 { Gt à *Polygonum amphibium f. terrestris*
 { Gt à *Iris pseudacorus*

Molinetalia { Gt à *Festuca arundinacea et Juncus inflexus*
 { Gt à *Juncus inflexus*
 { Gt à *Juncus effusus*
 { Gt à *Juncus articulatus*

Convolvulion { Gt à *Oenanthe lachenalii et Epilobium hirsutum*

CARTE de VEGETATION du LAC d' ARMBOUTS-CAPPEL

échelle : 1/2000



6.3. - Caractéristiques phytosociologiques des principaux groupements

6.3.1. - Les groupements d'hydrophytes fixés

. Le groupement à *Cladophora glomerata*

Ce groupement, qui résiste bien au flot, s'est installé sur les éléments gréseux des rives Est et Ouest. Entre les blocs, sur le substrat sableux, le *Potamogeton pectinatus* tente de s'installer.

. Les associations du *Charion fragilis* comprenant :

- Le *Tolypelletum glomeratae*, association pionnière de faible profondeur des milieux alcalino-saumâtres. Cette association présente deux variantes en fonction du remaniement du substrat ;
- Le *Charetum vulgaris* qui se situe dans les zones plus profondes, sur des sables contenant des débris organiques.

L'importance de l'étendue des herbiers à Charophytes est à souligner. Ces formations sont en relation étroite avec les populations d'Anatidès qui, en se nourrissant, rajeunissent constamment le milieu par perturbation du substrat.

. Les associations du Potamion comprenant :

- Le *Zannichellietum majoris* composé d'un herbier à *Zannichellia palustris subsp. palustris* très dense et qui s'étale à faible profondeur sur un fond vaso-sableux. Cette association s'observe dans les eaux fortement minéralisées, parfois polluées mais aussi alcalino-saumâtres.
- Le *Potametum pectinati* qui prolonge l'association précédente en profondeur et que l'on rencontre surtout dans les milieux nettement eutrophes parfois fortement pollués.

. Le *Myriophyllo nupharetum* association du *Nymphaeion* sous une forme juvénile à *Polygonum amphibium fo. natans* et sous une forme mieux structurée à *Myriophyllum spicatum*.

. Le *Ranunculetum baudotii* association du *Ruppion maritima* dont l'installation est favorisée par le *Potametum pectinati* qui freine les mouvements de l'eau.

6.3.2. - Les groupements d'hélophytes

. Le *Scirpo phragmitetum* dont la pauvreté en espèces indique une agitation quasi-permanente des eaux favorable au rajeunissement continu du biotope et qui ralentit l'installation des hélophytes.

. Le *Scirpetum tabernaemontanii* que l'on trouve dans les lagunes littorales aux eaux sub-saumâtres à saumâtres, se substituant à la Scirpaie à *Scirpus lacustris*.

. Le *Caricetum ripario-acutiformis* qui présente une disposition linéaire.

. Le groupement à *Eleocharis palustris* montre un stade jeune, une variante type et une variante à *Oenanthe lachenalii* caractérisant un degré d'eutrophie plus élevé du substrat.

. Le groupement à *Alisma plantago aquatica* qui doit être considéré comme un groupement pionnier des *Phragmitetea*.

6.3.3. - Autres groupements

Ils sont localisés dans les zones soumises aux variations du niveau de l'eau, aux "laisses" du lac ou en marge du plan d'eau.

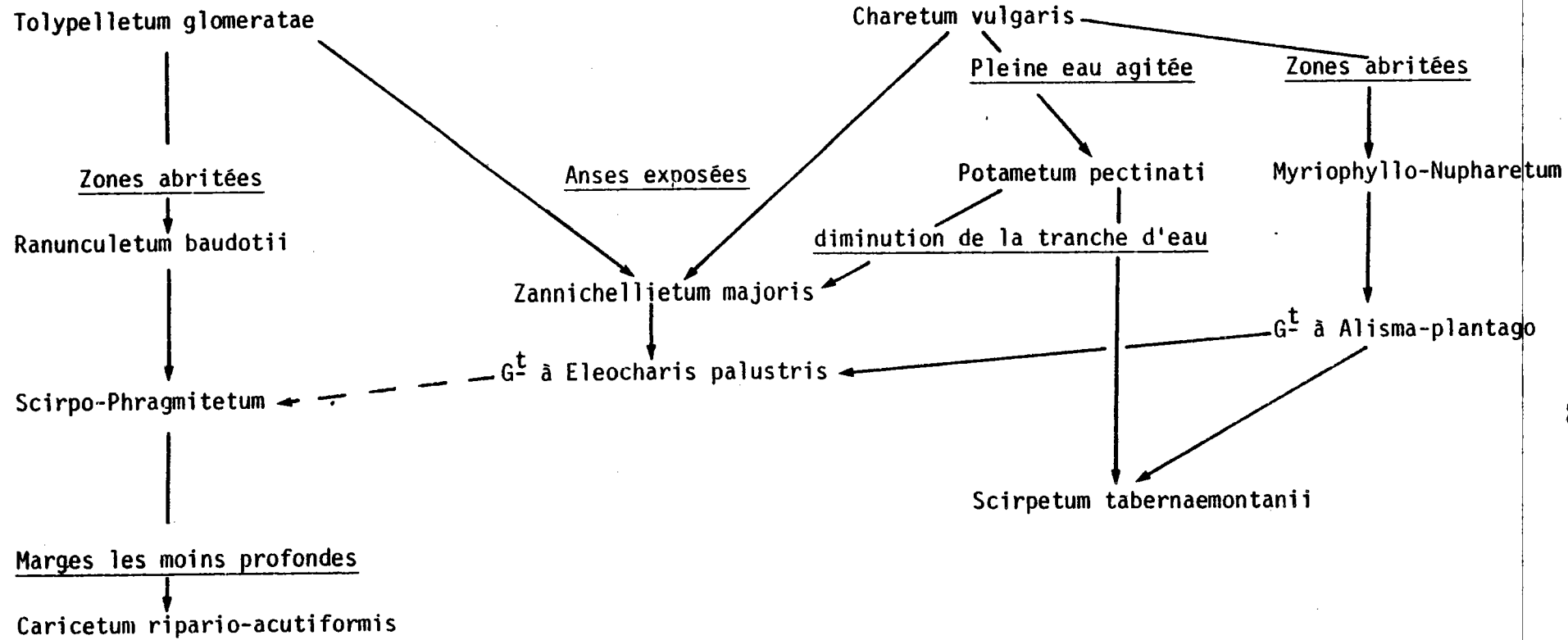
6.4. - Syndynamisme général

Il est résumé dans le tableau page suivante.



Substrat vaso-sableux
Zones peu profondes (0,30 m - 0,50 m)

Substrat sableux
Zones profondes (1 à 2 m)



SYNDYNAMISME GENERAL

L'étude du lac d'ARMBOUTS-CAPPEL fait apparaître plusieurs points importants.

L'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques ne présente au cours d'une tournée que des variations dans l'espace faibles, voire nulles pour quelques paramètres.

Le lac présente une certaine homogénéité due à sa faible profondeur et à son exposition quasi-permanente aux vents qui engendrent des courants mélangeant les eaux.

La qualité physico-chimique de l'eau est moyenne. Elle varie peu dans le temps sauf en ce qui concerne les matières organiques. La richesse planctonique correspond par contre à un milieu eutrophe.

L'application du quotient de NYGAARD (1948)

$$Q = \frac{\text{formes électives des milieux eutrophes}}{\text{formes électives des milieux oligotrophes}}$$

$$Q = \frac{\text{Cyanophycées + Chlorococcales + Eugléniens + Diatomées centriques}}{\text{Desmidiées}}$$

aux abondances relatives moyennes de l'année, conduirait à classer le lac comme très fortement eutrophe ($Q > 80$).

Ce classement paraît peu satisfaisant car bon nombre d'espèces électives de tels milieux font totalement défaut ici, cependant les fortes conductivités de l'eau peuvent constituer un facteur limitant leur développement.

Les fleurs d'eau alguales caractéristiques de ces milieux eutrophes dont la présence est très nette en Septembre sont responsables d'un grand nombre de nuisances. Outre leur aspect peu engageant (coloration), elles donnent à l'eau des goûts (secrétion de géosmine) et des odeurs désagréables. Ces algues entraînent par ailleurs la disparition de la plupart des autres espèces (phénomènes d'hétéroantagonisme) et leur décomposition provoque des déficits importants en oxygène dissous dans l'eau et des mortalités pisciaires peuvent être observées. De plus, selon divers auteurs (SCHWIMMER et al. 1967), les deux espèces dominantes dans le lac : *Anabaena flos aquae* et *Alphanizomenon flos aquae*, ont déjà causé de nombreuses intoxications entraînant la mort d'animaux (ovins, bovins, oiseaux, poissons, ...).

Le S.R.A.E. était déjà intervenu sur le lac en Juillet 1974, à la suite d'une importante mortalité de poissons consécutive à une fleur d'eau à *Aphanizomenon flos aquae*. Cette année encore un certain nombre de poissons morts ont été trouvés contre les berges.

Cette prolifération de Cyanophycées avec le cortège de nuisances qu'elle est susceptible d'entraîner est un point inquiétant pour l'avenir du plan d'eau. Ces "explosions" estivales sont généralement attribuées à des concentrations élevées en azote et en phosphore dissous.

L'analyse physico-chimique n'ayant guère confirmé cette hypothèse, il faut donc envisager l'existence d'apports accidentels ou intermittents ou plus simplement celle d'un relargage de ces substances par les sédiments. Lors de la désoxygénation des eaux, l'azote et le phosphore fixés dans les sédiments diffusent dans l'eau. Ce rôle de charge interne s'avère donc très important et oblige à parler plutôt de la disponibilité des substances que de leur concentration et explique aussi qu'il n'existe pas de corrélation très bonne entre la chimie des eaux et la production.

Il ne faut pas négliger non plus les apports atmosphériques en raison de la faible profondeur du lac et de la proximité des industries.

Au sein de la végétation supérieure qui est relativement diversifiée, un certain nombre d'espèces des milieux eutrophes ont été également dénombrées.

Le caractère eutrophe du lac d'ARMBOUTS-CAPPEL est le phénomène le plus important que cette étude a permis de mettre en évidence et dont il faudra tenir compte et considérer en priorité dans les projets d'aménagement.

A titre d'exemple, le moindre apport de phosphates dans ce lac peu profond au taux de renouvellement très long (environ 40 ans) confortera ou accentuera l'eutrophisation.

Les possibilités d'intervention sur la qualité de l'eau étant limitées, la seule mesure préventive pouvant limiter l'eutrophisation est donc la suppression de tous les apports polluants (lavages de voitures, vidange ou rinçage de cuves à usage agricole ,...).

Si l'aménagement se fixe un but piscicole, il serait intéressant de favoriser l'installation de certaines plantes aquatiques, ce qui contribuerait à enrichir le peuplement aquatique dans son ensemble (macro-invertébrés, poissons).

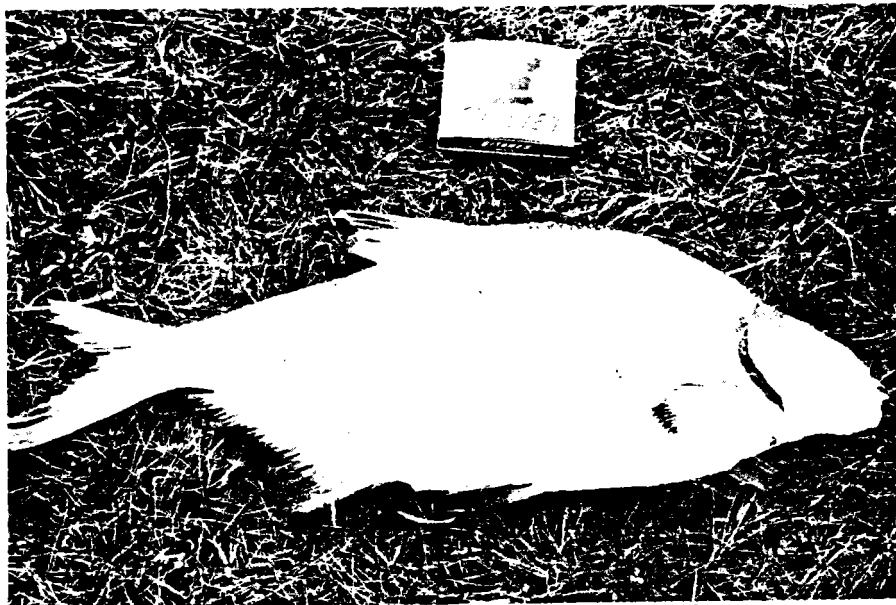
Ces aménagements devront être menés de façon rationnelle en tenant compte non seulement de la végétation actuelle mais aussi de la végétation potentielle de l'ichtyofaune et de l'avifaune.

Ne seront introduites que les espèces régionales adaptées allant dans le sens du dynamisme général. Introduction modulée sur la nécessité de constitution de frayères diversifiées.

Les végétaux remplissant ces conditions sont les suivants :

- *Potamogeton lucens* : frayère à gardons, rotengles, brêmes ;
- *Callitriche obtusangula* : bon oxygénateur offrant un abri aux crustacés, mollusques, larves et alevins ;
- *Nuphar luteum* : propice aux brochetons ;
- *Typha angustifolia* : pare-vent ;
- *Hippuris vulgaris* : frayère à brochets ;
- *Carex pseudocyperus* : fixation des berges.

Le développement de la ceinture végétale contribuera également, par l'absorption des nutriments, à réduire les effets de l'eutrophisation.



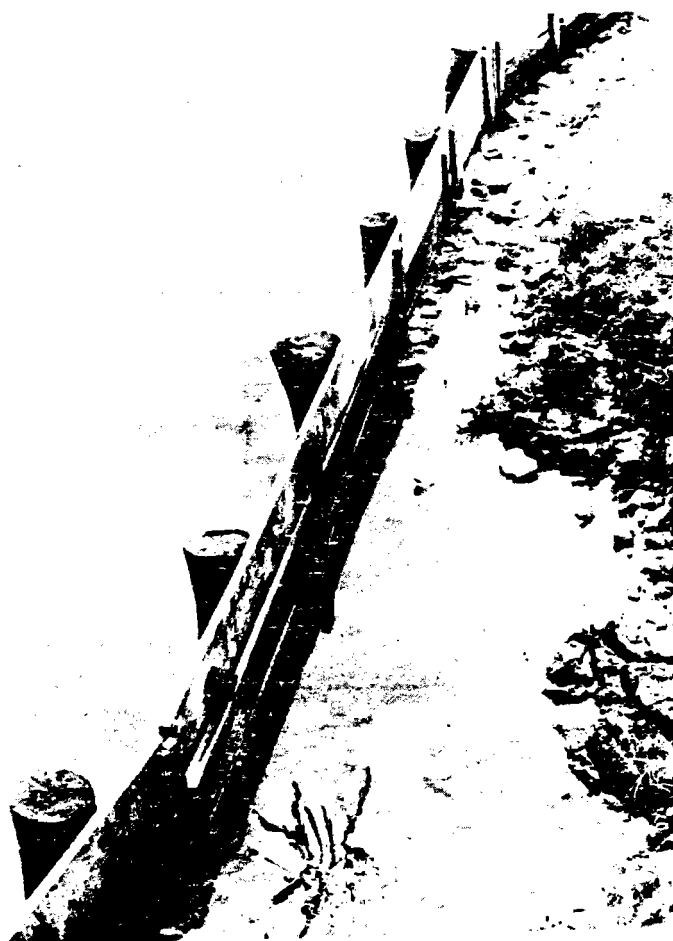
A N N E X E S
=====

RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Date : 01.03.1978
 Météo : couvert
 Couleur des eaux : brune
 Transparence : 1,30 m

Stations	1	2	3	4	5	6	7
Heure	10h45	10h55	11h15	11h20	12h00	12h10	12h30
Température air	7,6	7,6	7,8	7,8	7,9	7,9	7,9
T° eau	prélèvement	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
	mesure	6,0	6,1	6,0	6,0	6,4	6,5
pH	8,4	8,5	8,5	8,5	8,5	8,6	8,6
Conductivité umhos/cm	1250	1320	1240	1290	1290	1350	1340
O ₂ dissous mg/l	13,2	13,2	13,4	13,0	13,5	13,4	13,2
O ₂ % saturation	109	109	111	107	113	111	111
Oxydabilité mg/l	2,6	2,5	2,1	2,2	2,1	2,1	1,8
M.E.S. mg/l	8,2	9,2	10,4	8,2	9,6	9,6	9,8
D.C.O. mg/l	34	30	30	30	30	30	30
DBO ₅ mg/l	4,6	4,6	5,4	4,4	5,3	4,9	3,8
Alcalinité mg/l	18	18	12	18	18	18	18
	170	165	150	165	165	165	165
Cl ⁻ mg/l	290	300	290	300	295	290	290
Ca ⁺⁺ mg/l	72	72	72	75	70	71	70
Mg ⁺⁺ mg/l	20	21	20	18	21	20	20

Stations	1	2	3	4	5	6	7
Na ⁺ mg/l	153	153	156	153	156	156	153
K ⁺ mg/l	7	7	7	7	6,6	7	7
NO ₃ ⁻ mg/l	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
NO ₂ ⁻ mg/l	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
NH ₄ ⁺ mg/l	0,26	0,26	0,26	0,26	0,40	0,40	0,40
SO ₄ ⁻⁻ mg/l	100	100	90	100	90	100	100
PO ₄ ⁻⁻⁻⁻ mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

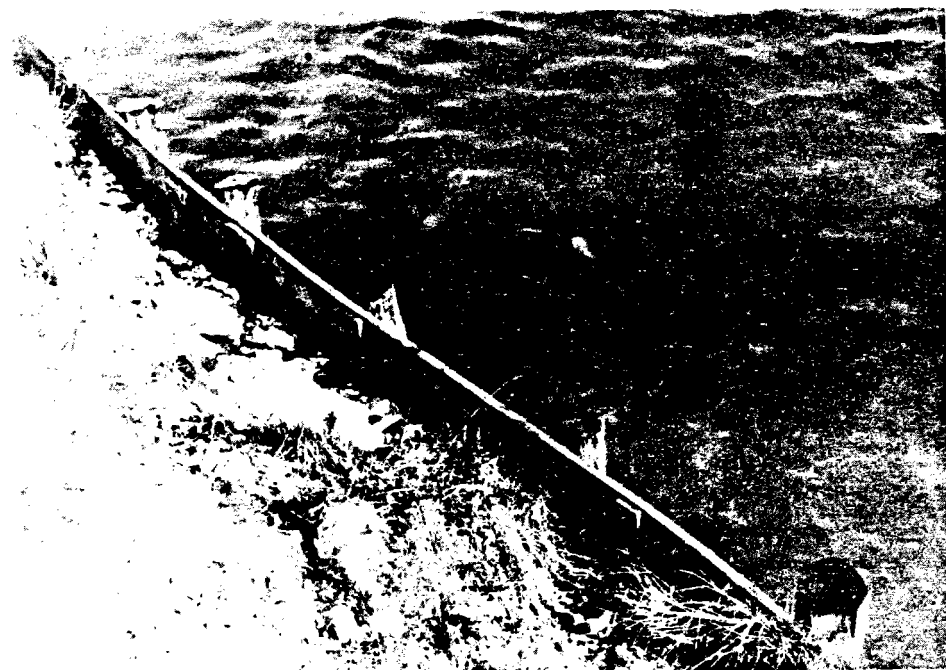


RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Date : 26.04.1978
 Météo : couvert
 Couleur des eaux : verte
 Transparence : 2,00 m

Stations	1	2	3	4	5	6	7	
Heure	11h00	11h10	11h30	11h40	12h00	12h10	12h30	
Température air	7,5	7,5	8,5	8,5	8,6	8,6	8,6	
T° eau	prélèvement	8,9	9,0	9,0	8,9	8,9	9,0	9,1
	mesure	9,0	9,0	9,4	9,3	9,3	9,3	9,5
pH	7,8	7,8	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	
Conductivité umhos/cm	1180	1240	1210	1280	1270	1340	1310	
O ₂ dissous mg/l	10,4	10,5	11,3	10,5	11,7	10,5	10,4	
O ₂ % saturation	93	94	102	94	105	94	94	
Oxydabilité mg/l	1,9	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	
M.E.S. mg/l	5	4,4	7,4	6,2	4,4	6,2	8,4	
D.C.O. mg/l	23	23	21	21	21	21	23	
DBO ₅ mg/l	1,7	1,7	2,4	2,0	2,4	1,9	1,7	
Alcalinité mg/l	175	165	175	175	180	180	180	
Cl ⁻ mg/l	300	300	300	300	300	300	300	
Ca ⁺⁺ mg/l	75	75	74	72	74	74	73	
Mg ⁺⁺ mg/l	23	23	23	21	22	20	20	

Stations	1	2	3	4	5	6	7
Na ⁺ mg/l	156	156	163	156	163	163	162
K ⁺ mg/l	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4
NO ₃ ⁻ mg/l	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
NO ₂ ⁻ mg/l	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
NH ₄ ⁺ mg/l	0,40	0,32	0,40	0,40	0,40	0,32	0,40
SO ₄ ⁻⁻ mg/l	110	110	110	110	110	110	110
PO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l	0,1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05

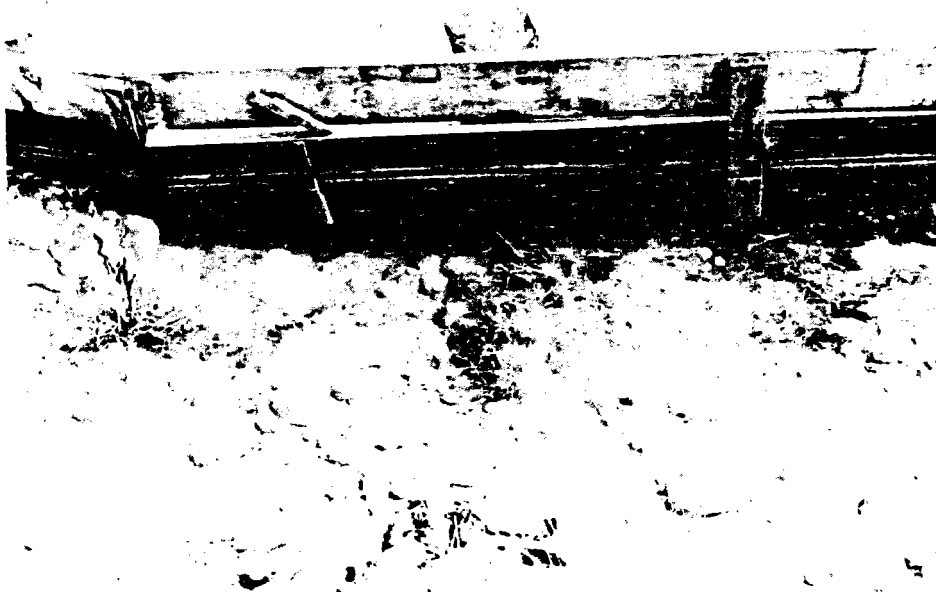


RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Date : 28.06.1978
 Météo : pluvieux
 Couleur des eaux : verte
 Transparence : 1,30 m

Stations	1	2	3	4	5	6	7
Heure	11h10	11h15	12h00	12h05	12h35	12h40	13h00
Température air	12,8	12,8	13,8	13,8	14,1	13,9	13,9
T° eau	prélèvement	15,5	15,6	15,5	15,5	15,5	15,4
	mesure	15,1	15,4	15,1	15,2	15,0	15,0
pH	8,05	8,15	8,10	8,15	8,10	8,20	8,25
Conductivité umhos/cm	1000	1150	1150	1150	1150	1150	1100
O ₂ dissous mg/l	8,9	9,4	8,8	9,0	8,7	9,3	9,2
O ₂ % saturation	91	97	90	92	89	95	94
Oxydabilité mg/l	1,8	1,8	1,7	1,8	1,7	1,8	1,6
M.E.S. mg/l	9	7,2	9,4	8,4	13,4	9,8	7,0
D.C.O. mg/l	26,3	26,3	26,3	26,3	22,6	22,6	22,6
DBO ₅ mg/l	1,9	1,9	1,7	1,9	1,9	2,0	1,6
Alcalinité mg/l	150	150	150	150	150	150	150
Cl ⁻ mg/l	294	296	294	294	294	296	295
Ca ⁺⁺ mg/l	68	68	68	67	68	58	69
Mg ⁺⁺ mg/l	22	22	20	26	22	22	20

Stations		1	2	3	4	5	6	7
Na ⁺	mg/l	157	157	157	157	157	157	157
K ⁺	mg/l	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
NO ₃ ⁻	mg/l	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
NO ₂ ⁻	mg/l	0	0	0	0	0	0	0
NH ₄ ⁺	mg/l	0,40	0,26	0,26	0,26	0,40	0,30	0,26
SO ₄ ⁻⁻	mg/l	110	110	110	110	110	110	110
PO ₄ ⁻⁻⁻	mg/l	0,09	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05



RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Date : 06.09.1978
 Météo : pluies
 Couleur des eaux : marron-verte
 Transparence : 0,90 m

Plan d'eau calme
 pas de vent
 aucune ride

Stations	1	2	3	4	5	6	7
Heure	10h50	10h55	11h10	11h15	11h40	11h45	11h55
Température air	14,1	14,1	13,1	13,1	13,2	13,2	13,2
T° eau	16,2	16,4	15,8	16,3	16,2	16,4	16,4
pH	8,1	8,0	7,9	8,3	8,0	8,1	8,2
Conductivité umhos/cm	1150	1200	1100	1150	1100	1100	1100
O ₂ dissous mg/l	9,7	8,9	9,1	10,9	9,5	9,8	10,8
O ₂ % saturation	102	94	95	115	100	103	114
Oxydabilité mg/l	2,7	1,8	2,0	2,5	1,6	1,7	2,4
M.E.S. mg/l	16,2	12,6	9,0	17,6	23,8	13,0	14,2
D.C.O. mg/l	35,6	31,6	27,7	43,5	35,6	33,6	39,5
DBO ₅ mg/l	6,1	2,4	2,8	6,7	3,9	3,6	5,7
Alcalinité mg/l	140	140	140	135	145	140	135
Cl ⁻ mg/l	310	310	306	310	310	310	308
Ca ⁺⁺ mg/l	60	60	62	62	63	64	62
Mg ⁺⁺ mg/l	25,2	27	25,8	22,8	23,4	23,4	25,2

.../...

Stations	1	2	3	4	5	6	7
Na ⁺ mg/l	160	160	160	160	160	160	160
K ⁺ mg/l	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
NO ₃ ⁻ mg/l	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
NO ₂ ⁻ mg/l	0	0	0	0	0	0	0
NH ₄ ⁺ mg/l	0,20	0,15	0,20	0,20	0,15	0,20	0,20
SO ₄ ⁻⁻ mg/l	110	110	110	110	110	110	110
PO ₄ ⁻⁻⁻ mg/l	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05



INVENTAIRE SYSTEMATIQUE DES ORGANISMES
 PLANCTONIQUES RECOLTES DANS LE LAC D'ARMBOUTS-CAPPEL

(Résultats exprimés en % d'abondance relative)

Date des prélèvements	01/03/78	26/04/78	28/06/78	06/09/78
Liste taxonomique:				
ZOOPLANCTON				
<u>Cladocères</u>				
<i>Daphnia longispina</i>	4		1	
<i>Daphnia pulex</i>	3		3	
<u>Copépodes</u>				
<i>Cyclops</i> sp.	3		7	
<i>Diaptomus</i> sp.	1		2	4
Nauplii et copépodites	1		11	2
<u>Rotifères</u>				
<i>Asplanchna</i> sp.	1		1	3
<i>Brachionus quadridendatus</i>	3			
<i>Filinia terminalis</i>	3			
<i>Kellicottia longispina</i>	3		9	3
<i>Keratella cochlearis</i>				1
<i>Keratella quadrata</i>	7		13	
<i>Polyarthra vulgaris</i>			1	
<i>Synchaeta</i> sp.	1			
<u>Ciliés</u>				
<i>Paramecium</i> sp.			1	
<i>Tintinnopsis lacustris</i>	72		197	
<i>Vorticella</i> sp.	8			
PHYTOPLANCTON				
<u>Cyanophycées</u>				
<i>Anabaena flos-aquae</i> fo. <i>lemmermannii</i>				288
<i>Anabaena spiroides</i>	3			
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>				632
<i>Aphanizomenon gracile</i>	7			
<i>Microcystis</i> sp.				1
<u>Dinophycées (Péridiniens)</u>				
<i>Ceratium hirundinella</i>			20	264
<i>Peridinium cinctum</i>	3		2	599
<u>Euglénophycées</u>				
<i>Lepocinclis salina</i>	70		5	
<i>Lepocinclis</i> sp.			1	
<i>Phacus curvicauda</i>	13		1	
<i>Phacus ephippion</i>	1			
<i>Phacus longicauda</i>	1			
<i>Phacus tortus</i>	1		1	
<i>Trachelomonas volvocina</i>	3			
<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	P			
<i>Trachelomonas hispida</i>	1			
<u>Chlorophycées</u>				
<u>Volvocales</u>				
<i>Eudorina elegans</i>	126		2	
<i>Pandorina morum</i>	3			

ChlorophycéesChlorococcales

<i>Botryococcus braunii</i>		3		
<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	7			
<i>Nephrocytium</i> sp.	1			
<i>Oocystis solitaria</i>	1	2	101	
<i>Pediastrum boryanum</i>	1			
<i>Pediastrum duplex</i>	1			
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	1			
<i>Scenedesmus arcuatus</i>	1			
<i>Scenedesmus oahuensis</i>	1			
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	1			
<i>Westella botryoïdes</i>	3			1

Desmidiiales

<i>Closterium aciculare</i>	3	2	7	
<i>Closterium acutum</i>	1			
<i>Closterium peracerosum (=C. strigosum)</i>	1	1		
<i>Staurastrum</i> sp.	1			

Diatomophycées (= Diatomées)

<i>Achnanthes exigua</i>		1		
<i>Achnanthes minutissima</i>			1	
<i>Actinopterychus splendoris</i>		1		
<i>Actinopterychus undulatus</i>		3		
<i>Amphora ovalis</i>	1	1		P
<i>Amphora perpusilla</i>		1		
<i>Amphora veneta</i>		1		
<i>Arachnoïdiscus</i> sp.		1		
<i>Asterionella formosa</i>	439	158	2	P
<i>Caloneis amphisbaena</i>		1		
<i>Cocconeis diminuta</i>		2		
<i>Cocconeis pediculus</i>		1		
<i>Cocconeis placentula</i>		1	1	
<i>Coscinodiscus</i> sp.		1		
<i>Cyclotella comta</i>	14	2	9	
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	29	1		
<i>Cyclotella ocellata</i>		3		P
<i>Cymatopleura elliptica</i>		1		
var. <i>nobilis</i>		P		
<i>Cymatopleura solea</i>		1		
<i>Cymbella affinis</i>		1		
<i>Cymbella helvetica</i>	1	1		
<i>Cymbella lanceolata</i>	1	1		
<i>Cymbella ventricosa</i>	1	1		
<i>Diatoma elongatum</i> var. <i>tenuis</i>		1		
<i>Diatoma vulgare</i>	16	P	P	
<i>Epithemia sores</i>		3		5
<i>Epithemia turgida</i>		5		
<i>Fragilaria capucina</i>	P	456		
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	3	P	1	
<i>Gomphonema olivaceum</i>		P		
<i>Gomphonema parvulum</i>				2
<i>Gyrosigma attenuatum</i>		2		
<i>Gyrosigma spencerii</i>		1		
<i>Melosira</i> sp.		P		
<i>Meridion circulare</i>	1			
<i>Navicula anglica</i>		1		

Dates des prélèvements :

01/03/78 26/04/78 28/06/78 06/09/78

Diatomophycées (suite)

<i>Navicula cryptocephala</i>	1			
<i>Navicula c. var. veneta</i>		P		
<i>Navicula cuspidata</i>		1		
<i>Navicula dicephala</i>		P		
<i>Navicula gregaria</i>		1		
<i>Navicula hungarica v. capitata</i>		1		
<i>Navicula menisculus</i>		P		
<i>Navicula placentula fo. rostrata</i>		2		2
<i>Navicula rhynchocephala</i>		P		
<i>Navicula salinarum</i>		1		
<i>Navicula viridula v. slesvicensis</i>		6		
<i>Nitzschia angustata v. acuta</i>	1			
<i>Nitzschia apiculata</i>		2		
<i>Nitzschia communis</i>				1
<i>Nitzschia dissipata</i>			P	
<i>Nitzschia heufleriana</i>			P	
<i>Nitzschia hungarica</i>		4		
<i>Nitzschia navicularis</i>		2		
<i>Nitzschia palea</i>		P		
<i>Nitzschia punctata</i>		P		
<i>Nitzschia recta</i>		1		
<i>Nitzschia sigmoidea</i>		P		P
<i>Nitzschia tryblionella v. levidensis</i>		1		
<i>Raphoneis amphiceros</i>	1	1		
<i>Raphoneis surirella</i>		2		
<i>Rhoicosphenia curvata</i>		P		
<i>Rhopalodia gibba</i>	1	1		1
<i>Stephanodiscus astra</i>		P		
<i>var. minutula</i>	110	27		P
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>		P		
<i>Surirella ovalis</i>		1		
<i>Surirella ovata</i>	1			
<i>Synedra affinis</i>		2		
<i>Synedra pulchella</i>	1	1		
<i>Synedra ulna</i>		2		2
<i>var. biceps</i>	10	P		
<i>Trachyneis aspera</i>		1		

GROUPEMENTS VEGETAUX AQUATIQUES ET SUBAQUATIQUES
DE LA VALLEE DE LA SOMME

par Jean-Luc MERIAUX(+) et Jean-Roger WATTEZ(++)

(+) Laboratoire de Botanique
Université des Sciences
et Techniques de Lille
59650 Villeneuve d'Ascq

et Institut européen d'Ecologie
1, rue des Récollets
57000 Metz

(++) U.E.R. de Pharmacie
Université de Picardie
Laboratoire de Botanique
3, Place Louis Dewailly
80037 Amiens Cédex

RESUME

36 associations et 18 groupements appartenant aux classes des *Lemnetea*, *Charetea*, *Potametea* et *Phragmitetea* sont mis en évidence. Plusieurs de ces associations sont particulièrement intéressantes en raison de leur haut degré de rareté (au niveau national ou régional) : *Nitellopsidetum obtusae*, *Potametum trichoidis*, *Potametum obtusifolii*, *Ricciocarpetum natantis*, *Nymphoidetum peltatae*, *Hydrochariceto-Stratiotetum*, *Caricetum appropinquatae*, *Cicuto-Caricetum pseudocyperi*, *Thelypterido-Phragmitetum*. D'autres, comme le *Myriophyllo-Nupharetum* et le *Callitrichetum obtusangulae*, sont remarquables par les variantes qu'elles possèdent en relation directe avec la qualité des eaux.

SUMMARY

36 plant-communities and 18 groups belonging to *Lemnetea*, *Charetea*, *Potametea* and *Phragmitetea* are pointed out. Several among those plant-communities are particularly interesting due to their high degree of rareness (on national and regional level) : *Nitellopsidetum obtusae*, *Potametum trichoidis*, *Potametum obtusifolii*, *Ricciocarpetum natantis*, *Nymphoidetum peltatae*, *Hydrochariceto-Stratiotetum*, *Caricetum appropinquatae*, *Cicuto-Caricetum pseudocyperi*, *Thelypterido-Phragmitetum*. Others like *Myriophyllo-Nupharetum* and *Callitrichetum obtusangulae* are remarkable for the variants they own in connection with the quality of the waters.

ZUSAMMENFASSUNG

36 Assoziationen und 18 Gesellschaften, die den Klassen *Lemnetea*, *Charetea*, *Potametea* und *Phragmitetea* gehören, werden beschrieben. Manche dieser Assoziationen sind besonders interessant wegen ihrer höchstgradigen Seltenheit (in nationaler wie regionaler Verbreitung) : *Nitellopsidetum obtusae*, *Potametum trichoidis*, *Potametum obtusifolii*, *Ricciocarpetum natantis*, *Nymphoidetum peltatae*, *Hydrochariceto-Stratiotetum*, *Caricetum appropinquatae*, *Cicuto-Caricetum pseudocyperii*, *Thelypterido-Phragmitetum*. Andere Assoziationen, wie das *Myriophyllo-Nupharetum* und das *Callitrichetum obtusangulae*, sind merkwürdig, wegen der Varianten die durch die Qualität des Wassers bedingt sind.

I - PREAMBULE

Par suite de l'orientation similaire sud-est-nord-ouest des plis de la craie, la plupart des fleuves côtiers du nord de la France s'alignent parallèlement les uns aux autres. Il en est ainsi pour les quatre fleuves "picards" : Canche, Authie, Maye et le plus important d'entre-eux : la Somme. Tous présentent également une particularité : leurs vallées offrent d'importantes surfaces de marécages :

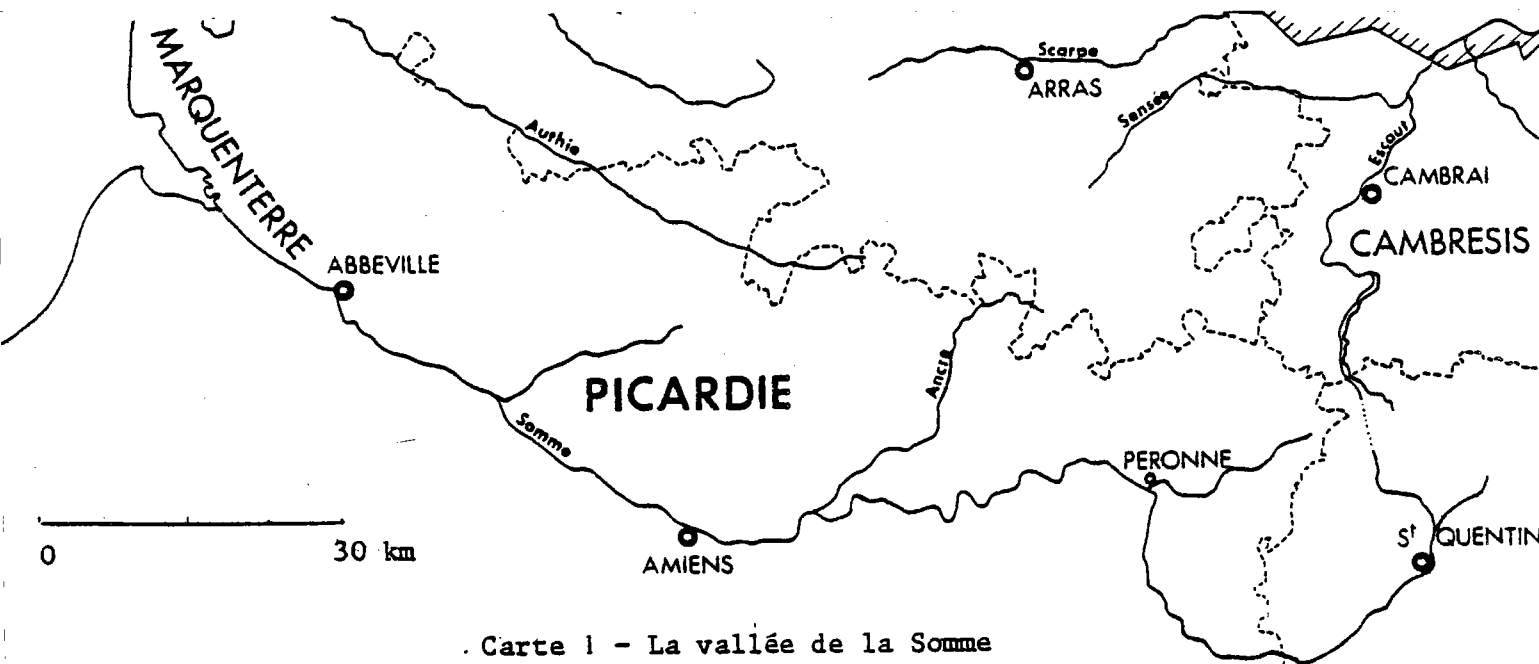
- entre Hesdin et Montreuil dans la vallée de la Canche ;
- dans la partie inférieure du cours de l'Authie, principalement entre Douriez et Nempont ;
- en amont de Rue, dans la petite vallée de la Maye.

Toutefois l'importance des secteurs marécageux pré-cités est sans commune mesure avec ceux qui s'étendent tout au long de la vallée de la Somme.

II - LA VALLEE DE LA SOMME (carte 1)

Avec un cours long de 192 km et un bassin de plus de 5000 km², la Somme est de loin le fleuve côtier le plus important de la France septentrionale⁺; ses caractéristiques ont été bien exposées par A. DEMANGEON (1925) ; rapportons plusieurs citations de cet auteur :

- "La Somme présente un réseau hydrographique d'une unité remarquable et fort anciennement constitué... elle n'offre rien de disparate dans ses possessions, rien de composite dans son régime ; elle n'appartient qu'à la craie".



(+) La Somme prend sa source à Croix-Fonsommes (Aisne) à 85 m d'altitude.

- "La Somme réalise le type de ces rivières qui ont eu le temps de s'accomoder aux conditions physiques de leur bassin ; ayant dépassé la maturité et touchant déjà à la vieillesse (elle se révèle) incapable de se fixer dans un lit unique et de déblayer son embouchure".

Citons toujours A. DEMANGEON :

- "Par la faiblesse de leur pente, par la largeur de leur fond plat, par l'épanchement continu de leurs sources, les vallées (telle celle de la Somme) sont devenues de véritables régions aquatiques.

L'eau ne parvient pas à s'écouler ; incertaine, elle s'attarde en longs méandres et se répand en bras parasites chargés d'anastomoses... la Somme elle-même se sépare en bras nombreux... tous ces canaux peuvent être sans peine détournés, corrigés, divisés... tout est permis sur ces rivières tranquilles et condescendantes".

- Aussi précise toujours A. DEMANGEON "l'état marécageux des vallées est-il pour une bonne part l'oeuvre de l'homme".

Le même auteur rappelle qu'au XVIIIème siècle, "la vallée de la Somme n'était qu'une suite d'étangs de marais et de biefs inondés... qui formait un large obstacle naturel" ; toutefois la construction du canal de la Somme dans la première moitié du XIXème siècle "a favorisé l'écoulement des eaux".

- Néanmoins la citation suivante également empruntée à DEMANGEON conserve toute son actualité : "toute la surface (de la vallée) n'est pas encore drainée et de vastes espaces offrent encore le spectacle d'une nature sauvage abandonnée aux marais et aux roseaux".

- De surcroît, l'extraction de la tourbe qui constitue des lits importants dans la plupart des vallées de la France septentrionale allait modifier profondément la physionomie de la vallée de la Somme comme le souligne également A. DEMANGEON :

"en exploitant la tourbe, les riverains ont encore étendu le domaine des eaux ; les vides formés par la tourbe extraite se remplirent d'eau et forment ces étangs profonds aux contours géométriques" que l'on appelle des entailles (on parle en picard "d'chez intailles"). "Celles-ci sont parfois d'immenses excavations, profondes de plusieurs mètres" dont l'ampleur rappelle l'importance économique que revête cette activité au XIXème siècle (en 1884 près de 84 000 t. de tourbe avaient été extraites dans le seul département de la Somme).

- C'est dire l'originalité de la végétation d'une vallée marécageuse comme celle de la Somme "large sillon verdoyant" qui rompt la monotonie des cultures de la grande plaine picarde.

Tout en faisant la part du "lyrisme" de DEMANGEON on ne peut que constater le grand développement pris par les pièces d'eau et les marécages depuis St-Christ en amont de Péronne jusqu'en amont d'Amiens ainsi que de Picquigny à Abbeville.

La vue panoramique dont on jouit du sommet de plusieurs buttes au coteaux "pentus" dominant la vallée de la Somme (Vaux-sur-Somme, Frise, l'Etoile) permet de prendre conscience de l'importance de ce que l'on a parfois appelé sans trop d'exagération : "le delta intérieur de la Somme".

- Qu'un ensemble aussi vaste de milieux humides et de marécages recèle une flore riche et diversifiée ne saurait surprendre. Déjà les Flores et Catalogues régionaux parus au XIXème siècle, comme celui de E. DE VICQ et DE BRUTELETTE (1865), font état de la présence dans les marais de la Somme de certaines plantes aquatiques et amphibies peu communes. De surcroît tous les marais de la

région (au premier rang desquels se situent ceux de la vallée de la Somme) ont fait l'objet de prospections méthodiques de la part du Dr O. CAUSSIN au début du XXème siècle ; les résultats en ont été consignés dans la précieuse "Flore des tourbières du département de la Somme" parue en 1912.

Si la flore de la vallée de la Somme semble donc assez connue dans son ensemble, il n'en est pas de même en ce qui concerne les associations végétales susceptibles d'y être recensées ; il semble bien qu'aucune étude n'en ait été entreprise jusqu'à ce jour.

Une lacune était donc à combler ce que nous nous sommes attachés à faire en menant à bien depuis 1977 des prospections méthodiques sur bon nombre de pièces d'eau de la vallée de la Somme ; nous en présentons les premiers résultats.

III - LES FACTEURS DU MILIEU

1°) La nature des eaux

Les eaux de la Somme et de ses affluents proviennent toutes de sources rassemblant l'eau des précipitations s'étant infiltrées dans le socle crayeux fissuré qui constitue l'essentiel du plateau picard. Aussi les eaux s'écoulant dans les cours d'eau ou séjournant dans les pièces d'eau de la vallée de la Somme sont-elles riches en bases, principalement en sels calcaires.

De ce fait la présence de plantes même faiblement acidoclines demeure exceptionnelle dans les étangs de cette vallée ; il en est généralement de même d'ailleurs au niveau des formations ripuaires et des prairies humides ou mouilleuses.

2°) Le climat

"Dans toute la Picardie" écrit A. DEMANGEON "le climat ne cesse pas tout au long de l'année de semer des nuances".

Il est dans l'ensemble relativement frais sans être froid (10° en moyenne) avec une amplitude thermique limitée ; l'insolation est réduite et les vents d'ouest soufflent presque en permanence. Cependant, contrairement à une opinion trop répandue, la pluviosité n'est pas considérable.

A l'aide de chiffres tirés du Bulletin climatologique de la Somme précisons ces informations générales sur le climat de la Picardie occidentale et septentrionale où se situe entièrement le bassin de la Somme.

- température moyenne

Dans 3 localités se situant dans la vallée de la Somme :

Tableau I

Localités	Durée des observations	Moyenne
Abbeville	11 ans	9°8
Amiens	11 ans	10°9
St-Sulpice-Ham	7 ans	9°9

On remarquera que la région amiénoise représente "le secteur chaud" du bassin de la Somme.

- pluviosité

Il s'avère que l'influence de ce facteur est primordiale lorsque l'on étudie la végétation aquatique ou hygrophile d'une vallée.

Le tableau II indique la pluviosité moyenne dans 6 localités jalonnant le cours de la Somme.

Tableau II

Localités	Durée des observations	Moyenne
Abbeville	14 ans	654,5 mm
environs de Picquigny	9 ans	571,5 mm
Amiens	14 ans	566,5 mm
Bray-sur-Somme	14 ans	625,5 mm
Villers-Carbonnel	14 ans	623 mm
St-Sulpice-Ham	13 ans	558 mm

Ces chiffres confirment que "la Picardie est une région à pluviométrie modérée (E. DESIRE 1975)" ; la vallée de la Somme n'est pas éloignée du "coeur sec de la Picardie" (qui recouvre le sud-amiénois, la vallée de l'Oise, le Soissonnais etc...).

3°) Facteurs anthropiques : la pollution des eaux douces

L'étude réalisée par O. CAUSSIN (1912) est un ouvrage de référence d'autant plus précieux qu'il permet des comparaisons significatives à trois-quart de siècle de distance.

Si, de prime abord, les milieux lacustres de la vallée de la Somme semblent inaltérés les modifications des pratiques culturales ont eu leur retentissement sur la végétation de ceux-ci.

De surcroît, un facteur perturbant, dont les botanistes de la fin du XIX^{ème} siècle ne soupçonnaient pas qu'il puisse prendre autant d'importance, la pollution des eaux exerce désormais une influence prépondérante sur la faune et la flore des étangs et des cours d'eau.

Disons simplement qu'à la végétation phanérogame luxuriante des étangs de la basse vallée de la Somme, alimentés par l'eau des sources de la craie qui "bouillonnent" en maints endroits et surtout séparés du cours de la Somme canalisée, s'oppose celle - très appauvrie - des pièces d'eau de la haute vallée. Celles-ci subissent le contre-coup à la fois de pollutions urbaines et industrielles diverses et importantes et d'une pollution agricole diffuse que favorise la perméabilité du socle crayeux sur lequel reposent les cultures.

Un bon aperçu sur l'influence des pollutions frappant les eaux de la Somme a été donné grâce à l'utilisation des Bryophytes saxicoles aquatiques et sub-aquatiques (J.-R. WATTEZ 1975-1977) ; plusieurs "secteurs" ont pu être distingués dans le cours de la Somme canalisée proprement dite :

- de St-Simon à Péronne : zone gravement polluée ;
- de Péronne à Bray-sur-Somme : amélioration progressive ;
- de Bray-sur-Somme à Amiens : le fleuve retrouve certaines qualités biologiques ;
- d'Amiens à Picquigny : fléchissement de la qualité des eaux ;
- de Flixecourt à Abbeville : secteur où la Somme présente son optimum biologique ;
- en aval d'Abbeville : nouveau fléchissement.

Une comparaison avec le développement et la qualité de la végétation phanérogamique immergée de la vallée de la Somme est parfaitement envisageable.

Toutefois les différences s'accusent si l'on considère le cas de pièces d'eau uniquement alimentées par l'eau des sources et non par celles de la Somme canalisée (qui n'est plus que l'exutoire de ces pièces d'eau) ; ces conditions sont réunies par exemple dans les étangs de Mareuil-Caubert. La diversité floristique et phytocoenologique de ceux-ci révèle que les fossés, étangs et pièces d'eau de ce secteur (pour l'instant privilégié) de la vallée de la Somme représentent vraisemblablement l'un des meilleurs exemples possibles de milieux lacustres de qualité dans une région planitiaire.

IV - LA VEGETATION AQUATIQUE ET SUB-AQUATIQUE

1 Etangs, marais et secteurs de la rivière Somme prospectés

Nous avons dressé la liste des milieux prospectés par commune. Les marais et étangs sont nommés précisément chaque fois que cela est possible. L'absence de mention correspond aux marais portant le même nom que la commune où ils figurent.

En ce qui concerne la rivière Somme, l'analyse de la végétation a été effectuée dans la vieille Somme pour le cours supérieur et moyen et dans la Somme canalisée pour le cours inférieur. Les secteurs étudiés sont au nombre de 14 et correspondent à 14 communes s'échelonnant des sources à Abbeville.

1.1 Etangs et marais

Départements	Communes	Etangs, marais
Aisne (02)	Rouvroy	
	St-Quentin	Marais de l'Isle
	St-Simon	Marais de St-Simon, marais d'Ollezy
	Pichon	
Somme (80)	St-Christ-Briost	
	Brie	
	Eterpigny	
	Curly	Marais de Curly
	Hem-Monacu	
	Eclusier-Vaux	
	Frise	Marais de Frise
	Etinehem	Marais des Tourberies
	Chipilly	
	Cerizy	
	Sailly-Laurette	
	Corbie	Marais de la Barette
	Ailly-sur-Somme	
	Breilly	Etang de Breilly
	La chaussée-Tirancourt	Marais de Tirancourt
	Condé-Folie	Marais des Moulins-Bas, marais de l'Etoile
Long	Etang de la Grande-Hutte, étang de la Russie, étang des Provisions	
Mareuil-Caubert	Marais du Vivier, étang Le Maçon étang de Caubert, rivière Maillefeu	
Cambron		

1.2 Secteurs de la rivière Somme

Département de l'Aisne : Essigny-le-Petit, Rouvroy, Fontaine-les-Clercs, Seraucourt-le-Grand, Dury, Pithon ;

Département de la Somme : Voyennes, Bethencourt-sur-Somme, St-Christ-Briost, Feuillères, la Chaussée-Tirancourt, Argoeuves, Epagne-Epagnette

2 Les phytocoenoses inventoriées

Nous nous bornerons à présenter les associations ou groupements définis en précisant, quand elles existent, les sous-associations ou variantes mises en évidence avec leurs caractères écologiques dominants dans la dition (nature des eaux, substrat, hauteur d'eaux...).

La plupart de ces associations ou groupements sont accompagnés d'un tableau de végétation faisant apparaître leurs variations. Nous nous sommes limités dans cette étude aux groupements d'hydrophytes flottants (classe des *Lemnetea*), aux groupements d'hydrophytes fixés (classes des *Charetea* et des *Potametea*) et aux groupements d'hélophytes et d'hémicryptophytes cespiteux (classe des *Phragmitetea*).

- 1 - *Lemnetea* W. Koch et R. Tüxen (in litt. 1954) in R. Tüxen 1955
Lemnetalia W. Koch et R. Tüxen (in litt. 1954) in R. Tüxen 1955
Lemnion gibbae R. Tüxen et Schwabe 1972
Lemnetum gibbae (W. Koch 1954) Miyawaki et J. Tüxen 1960 (tab. n°1)
- sous-association à *Spirodela polyrhiza*
eaux calmes eutrophes, polluées par des matières minérales et organiques
. variante type (rel. 1 à 4)
. variante à *Wolffia arrhiza* (rel. 5 et 6)
. variante thermophile rencontrée dans les biotopes bien abrités où l'amplitude thermique est moins marquée
- Spirodeletum polyrhizae* (Kelhofer 1915) W. Koch 1954 em. R. Tüxen et Schwabe 1972 (tab. n°2)
association de caractère héliophile, optimale dans les anses calmes, peu profondes sur fond vaseux
- sous-association type (rel. 1 à 4)
eaux méso-eutrophes à eutrophes
. variante type (rel. 1 et 2)
. variante thermophile à *Wolffia arrhiza* (rel. 3 et 4)
- sous-association à *Lemna trisulca* (rel. 5)
eaux nettement moins minéralisées de caractère méso-eutrophe
. variante thermophile à *Wolffia arrhiza* (rel. 5)
- Lemnion trisulcae* Den Hartog et Segal 1964
Lemnetum trisulcae (Kelhofer 1915) Knapp et Stoffers 1962 (tab. n°3)
eaux méso-eutrophes à généralement eutrophes non polluées ;
association souvent "ponctuelle" mais pouvant réaliser un véritable feutrage à la base des grandes roselières
- sous-association à *Spirodela polyrhiza* (rel. 1 à 3)
eaux parfois bien minéralisées, calmes, sur fond vaseux
. variante type (rel. 1 et 2)
. variante thermophile à *Wolffia arrhiza* (rel. 3)
- sous-association type (rel. 4 et 5)
eaux limpides peu minéralisées ; l'apparition de cette sous-association, traduit une amélioration de la qualité des eaux
. variante type (rel. 4)
. variante thermophile à *Wolffia arrhiza* (rel. 5)
- sous-association à *Riccia fluitans* (rel. 6)
eaux enrichies en matières humiques

Ricciocarpetum natantis (Segal 1963) R. Tüxen 1972
eaux oligo-mésotrophes à méso-eutrophes sur substrat tourbeux

Ricciatum fluitantis Slavnić 1956 (tab. n°4)
eaux mésotrophes acides, subissant un apport important en matières humiques

Populations à *Lemna minor*

groupements pionniers ou de dégénérescence ne comportant que *Lemna minor*, lemnacée possédant une amplitude écologique considérable

2 - *Charetea fragilis* (Fukarek 1961 n.n.) Krausch 1964

Charetalia hispidae Sauer 1937

Charion hispidae Sauer 1937

Nitellopsidetum obtusae (Sauer 1937) Dambaska 1961 (tab. n°5)
association des eaux relativement profondes (jusque 1,50 m) limpides alcalines (pH = 7,3) mésotrophes à eutrophes

. variante type (rel. 1 à 4)

eaux méso-eutrophes non polluées

. variante à *Hottonia palustris* (rel. 5)

eaux enrichies en matières organiques provenant de la décomposition de la végétation des années précédentes ; caractère sciaphile marqué

. variante à *Ceratophyllum demersum* (rel. 6 à 14)

eaux riches en substances minérales et organiques

. variante à *Nymphaea alba* var. *occidentalis* (rel. 15)

eaux de type méso-eutrophe

Charetum vulgare Corillion 1957 (tab. n°6)

pionnière dans les eaux alcalines méso-eutrophes à eutrophes, parfois faiblement polluées, peu profondes, sur substratum crayeux

Charetum fragilis Corillion 1957

eaux limpides profondes méso-eutrophes à eutrophes alcalines

Groupement à *Chara polyacantha*

pionnière des milieux constamment remaniés, eaux limpides méso-eutrophes à eutrophes

3 - *Potametea* R. Tüxen et Preising 1942

Potametalia W. Koch 1926

Potamion eurosibiricum W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957

Potametum lucentis Hueck 1931 (tab. n°7)

eaux eutrophes bien oxygénées, basiques au pH (7 à 7,6), peu profondes (0,50 à 0,70 cm), sur substrat limoneux recouvert d'une mince couche de vase

Najadetum marinae (Libbert 1952) G. Lang 1967 (tab. n°8)

eaux soumises à une agitation régulière, basiques, méso-eutrophes à eutrophes, sur substrat tourbeux souvent recouvert d'une importante couche de vase

Potametum trichoidis (Freitag, Markus et Schwippl 1958) R. Tüxen 1965
eaux limpides mésotrophes à eutrophes, pauvres en calcium, supportant bien les apports de matières organiques, sur substrat vaseux ou tourbeux

Potametum pectinati Carstensen 1955 (tab. n°9)

eaux peu profondes (0,30 m), eutrophes atteintes de pollution (minérale et organique)

Potamogeton obtusifolii (Carstensen 1954) Segal 1965

eaux limpides agitées, méso-eutrophes à eutrophes, pauvres en calcium parfois riches en matières organiques, supportant les apports (au taux élevé) de chlorures, sur substrat tourbeux ou vaseux

Groupement à *Potamogeton friesii*

eaux eutrophes, ombragées, moyennement profondes (0,60 m à 1 m)

Nymphaeion Oberdorfer 1957

Myriophyllo-Nupharetum W. Koch 1926 (tab. n°10)

eaux basiques méso-eutrophes à eutrophes de profondeur variable (0,50 à 1,80 m)

faciès à *Potamogeton natans* (rel. 1)

eaux méso-eutrophes, peu profondes (0,50 m), substrat minéral

faciès à *Myriophyllum spicatum* (rel. 2 à 5)

eaux calmes méso-eutrophes, relativement peu profondes (1 m 20), substrat minéral

faciès à *Myriophyllum verticillatum* (rel. 6 à 10)

eaux eutrophes riches en sels calcaires et en débris organiques

faciès à *Nymphaea alba* (rel. 11 à 17)

eaux méso-eutrophes non polluées, sur substrat tourbeux

faciès à *Nuphar lutea* (rel. 18 à 30)

eaux eutrophes parfois polluées (matières organiques et minérales) sur substrat tourbeux recouvert de vase

combinaison à *Nymphaea alba* et *Nuphar lutea* (rel. 31 à 41)

eaux eutrophes, sur substrat tourbeux recouvert d'une mince couche de vase

combinaison à *Nuphar lutea* et *Myriophyllum verticillatum* (rel. 42 à 45)

eaux eutrophes, peu profondes (1 m), parfois polluées en matières organiques, sur substrat tourbeux

combinaison à *Nymphaea alba* et *Myriophyllum verticillatum* (et *Myriophyllum spicatum*) (rel. 46 à 52)

eaux méso-eutrophes, sur substrat tourbeux

association type à *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Myriophyllum verticillatum* et *M. spicatum* (rel. 53 et 54)

eaux méso-eutrophes limpides, relativement profondes (1,20 m à 2 m), sur substrat tourbeux

- sous-association à *Nymphaea alba* var. *occidentalis* et *Sparganium minimum* (rel. 6, 11 à 14, 31 à 34, 42, 46, 47, 53, 54)

eaux méso-eutrophes non polluées, recevant directement des apports de sources infra-aquatiques

- sous-association type (2 à 5, 15, 18 à 20, 35, 36, 43, 44, 48, 50)

eaux méso-eutrophes limpides

- sous-association à *Ceratophyllum demersum* (rel. 1, 5, 7 à 10, 17, 21 à 30, 38 à 41, 45, 51, 52)

eaux eutrophes, riches en calcaires, parfois polluées

. variante à *Hottonia palustris* (rel. 4, 6, 10, 34, 44, 45, 46, 47, 51, 52)

eaux enrichies en matières organiques et humiques ; caractère sciaphile marqué

sous-variante thermophile à *Oenanthe fluviatilis* et *Luronium natans* (rel. 46 et 52)

Nymphaeetum minoris Vollmar 1947 (tab. n°11)
eaux méso-eutrophes, limpides, sur substrat tourbeux

Nymphoidetum peltatae (Allorge 1922) Bellot 1951 *
observé avant 1970 dans les étangs de Long

Hydrochariceto-Stratiotetum (Van Langendonck 1935) Westhoff (1942) 1946
eaux claires mésotrophes calciques sur substrat tourbeux

Groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae* (tab. n°12)
eaux nettement eutrophes souvent polluées

faciès à *Ceratophyllum demersum*
eaux eutrophes polluées (matières organiques et minérales) peu profondes (0,30 m à 0,50 m), fond vaseux

combinaison type
eaux eutrophes polluées, secteurs calmes, bien abritées

faciès à *Hydrocharis morsus-ranae*
eaux eutrophes, peu profondes (0,30 m) ; le cornifle est éliminé car le petit nénuphar couvre vite la surface de l'eau et capte alors toute la lumière

Groupement à *Potamogeton coloratus* fo. *rotundifolius*
eaux mésotrophes basiques, limpides, sur substrat tourbeux

Ranunculion aquatilis Passarge 1964

Hottonietum palustris R. Tüxen 1937 (tab. n°13)
eaux eutrophes enrichies en matières organiques, peu profondes (1 m),
association de caractère sciaphile sur substrat tourbeux

- sous-association type (rel. 1)

- sous-association à *Ceratophyllum demersum* (rel. 2 à 4)
eaux plus profondes et plus eutrophes

. variante thermophile à *Oenanthe fluviatilis* (rel. 4)

Ranunculium aquatilis Sauer (1945) 1947 (tab. n°14)
eaux eutrophes calciques, parfois enrichies en matières minérales
association de caractère héliophile

Groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *typica*
eaux eutrophes peu profondes (0,30 m), souvent polluées

Ranunculion fluitantis 1959

Ranunculo (penicillati)-Sietum erecti-submersi Mériaux 1981
eaux vives, méso-eutrophes, peu profondes (0,30 m à 0,60 m), en situation sub-atlantique

Ranunculo (fluitanti)-Sietum erecti-submersi (Roll 1939) Th. Müller 1962

eaux vives eutrophes, peu profondes (0,30 m à 0,60 m), en situation continentale

Callitrichetum obtusangulae (Seibert 1962) Mériaux 1981 (tab. n°15)
eaux méso-eutrophes, à eutrophes, parfois polluées, lentes à vives peu profondes (0,30 m) à profondes (1,20 m)

- sous-association type des eaux vives (rel. 1 à 4)

- sous-association des eaux lentes et profondes (rel. 5 à 9)

- sous-association des eaux lentes et peu profondes (rel. 10 à 16)

. variante type
eaux méso-eutrophes à eutrophes non polluées

* Observé avant 1970 dans les étangs de Long, à rechercher.

variante à *Sparganium emersum* var. *longissimum* (rel. 2-3 et 4)
eaux eutrophes polluées en matières minérales et organiques

. variante à *Nymphaea alba* var. *occidentalis* et *Potamogeton alpinus* var. *obscurus* (rel. 8 et 9)
eaux méso-eutrophes, non polluées, limpides

. variante à *Enteromorpha intestinalis* et *Cladophora crispata* (rel. 12, 13, 14 et 15)
eaux de type sub-saumâtre (teneur élevée en NaCl) riches en matières organiques

sous-variante thermophile à *Oenanthe fluviatilis* et *Luronium natans* fo. *submersa* (rel. 6, 7, 8 et 9)

Sparganio-Potametum pectinati Hilbig 1971 (tab. n°16)
eaux relativement profondes (1 m à 1,50 m) souvent polluées en matières minérales et organiques et parfois en substances toxiques (détergents)

Groupement à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus* (tab. n°17)
eaux méso-eutrophes parfois enrichies en matières humiques, caractère sciaphile marqué

Groupement à *Potamogeton densus* fo. *angustifolius* (tab. n°18)
eaux méso-eutrophes issues de sources infra-aquatiques

Groupement à *Nuphar lutea* fo. *submersa*
eaux eutrophes peu profondes (0,60 m) sur substrat vaseux

Groupement à *Callitriche platycarpa* fo. *submersa*
eaux eutrophes, polluées en matières minérales, organiques mais aussi en produits toxiques comme les détergents

4 - *Phragmitetea* R. Tüxen et Preising 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926

Phragmition communis W. Koch 1926

Scirpo-Phragmitetum W. Koch 1926 (tab. n°19)

stade à *Scirpus lacustris* (rel. 1 à 3)

eaux méso-eutrophes à eutrophes relativement profondes (0,50 m à 1,20 m)

faciès à *Typha angustifolia* (rel. 4 et 5)

eaux méso-eutrophes à eutrophes, peu profondes (0,30 m à 0,60 m)

faciès à *Typha latifolia* (rel. 6)

eaux eutrophes peu profondes (0,10 m à 0,30 m)

association type (rel. 7 à 9)

eaux méso-eutrophes à eutrophes, peu profondes (0,20 m à 0,40 m)

faciès à *Phragmites australis* (rel. 10 et 11)

eaux eutrophes parfois polluées, peu profondes (0,10 m), émerision possible

faciès à *Sparganium erectum* (rel. 12 et 13)

eaux méso-eutrophes peu profondes (0,20 à 0,50 m)

Glycerietum maximae Hueck 1931 (tab. n°20)

développement linéaire sur les alluvions fluviales, optimal dans les secteurs constamment en eaux (0,20 m à 0,50 m)

- sous-association type (rel. 1 à 4)

eaux eutrophes parfois polluées (matières minérales et organiques), peu profondes (0,20 m à 0,40 m), substrat vaseux

- sous-association à *Sparganium erectum* (rel. 5)

eaux méso-eutrophes à eutrophes, peu profondes (0,30 m à 0,50 m), substrat minéral

Thelypterido-Phragmitetum Kuiper 1957 (tab. n°21)
stade à *Thelypteris palustris* (rel. 1 à 9)
pionnier sur les marges des îlots, en contact direct avec l'eau libre
association type (rel. 10 à 18)
sur tourbe épaisse, faiblement inondée (0,10 m)

- . variante à *Calamagrostis canescens* (rel. 9 et 15)
liée à l'activité humaine (faucardage)

Cladietum marisci (Allorge 1922) Zobrist 1935 (tab. n°22)
sur tourbe alcaline épaisse faiblement mais constamment inondée (0,10 cm)
en contact direct avec l'eau libre

- . variante type
- . variante à *Thelypteris palustris* et *Lysimachia vulgaris*
hauteur d'eau moins importante que pour la variante type, possibilité
d'émersion plus ou moins longue

Groupement à *Calamagrostis canescens* et *Phragmites australis* (tab. n° 23)
secondarisation du *Thelypterido-Phragmitetum* par faucardage répété

Eleocharito-Sagittarion Passarge 1964

Sparganio-Sagittarion R. Tüxen 1953 (tab. n°24)
sur vases molles recouvertes par une hauteur d'eau de quelques centi-
mètres, eaux eutrophe parfois très minéralisée

Groupement à *Hippuris vulgaris* Passarge 1955 (tab. n°25)
eaux mésotrophes à eutrophes, limpides, peu profondes, sur substrat
minéral (alluvions, limons sableux)

- . variante type (rel. 1 et 2)
- . variante à *Sparganium minimum* (rel. 3)
eaux mésotrophes ne subissant aucun apport externe

Groupement à *Alisma plantago-aquatica*

eaux eutrophes présentant des variations de niveau importantes et rapides

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

Caricetum paniculatae Wangerin 1916 (tab. n°26)
eaux eutrophes, sur substrat minéral ou faiblement tourbeux, associa-
tion subissant une période d'émersion de plusieurs mois

- sous-association type (rel. 1 à 4)
- sous-association à *Carex acutiformis* (rel. 5 à 8)
substrat alluvial particulièrement riche en débris organiques
- sous-association à *Thelypteris palustris* (rel. 9 à 11)
substrat tourbeux basique (tourbe riche en débris coquillier)

Caricetum elatae W. Koch 1926 (tab. n°27)

eaux eutrophes parfois riches en substances humiques sur sol minéral
(sablonneux ou argileux) avec débris organiques ou tourbeux

stade juvénile (rel. 1 et 2)
substrat minéral légèrement tourbeux

association type (rel. 3 et 4)
substrat tourbeux

Caricetum rostratae Rübél 1912

sur substrat tourbeux acide, de faible épaisseur provenant d'une aci-
dification superficielle de la tourbe alcaline

Caricetum ripario-acutiformis Kobendza 1930 (tab. n°28)
sur substrat minéral (limons et alluvions) riches en débris organiques
faciès à *Carex riparia* (rel. 1)
hauteur d'eau de 0,20 m à 0,40 m (printemps)

faciès à *Carex acutiformis* (rel. 2 à 8)
hauteur d'eau de 0,05 m à 0,30 m (printemps)

association type (rel. 9 à 12)
eaux eutrophes souvent très minéralisées, sur alluvions riches en débris organiques ou tourbe peu épaisse

. variante type (rel. 9)

. variante à *Thelypteris palustris* (rel. 10 et 11)
sur substrat tourbeux assez épais

. variante à *Phalaris arundinacea* (rel. 12)
alternance de phase d'émersion et d'immersion (battements de nappe importants = 0,40 m)

Caricetum appropinquatae (W. Koch 1926) Soo 1938
sur sols tourbeux humiques temporairement inondés, eaux eutrophes calcaïques

Cicuto-Caricetum pseudocyperis Boer et Sissingh 1942 (tab. n°29)
eaux eutrophes, peu profondes (0,20 m), sur tourbe gorgée d'eau (radeau tremblant)

Groupement à *Iris pseudacorus* Egger 1933
eaux eutrophes, peu profondes (0,10 m) substrat minéral plus rarement tourbeux

Groupement à *Juncus obtusiflorus* Jeschke 1959 (tab. n°30)
eaux méso-eutrophes calcaïres peu profondes (0,30 m), substrat minéral (craie)

Sparganio-Glycerion fluitantis Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942
Nasturtietum officinale (Seibert 1962) Oberdorfer et al. 1967 (tab. n°31, rel. 1 et 2)

eaux méso-eutrophes à eutrophes, peu profondes (0,30 à 0,60 m), substrat minéral (alluvions, limons)

Apietum nodiflori Braun-Blanquet (1931) 1952
eaux méso-eutrophes à eutrophes au courant faible à rapide (mais non vives), sur substrat caillouteux ou graveleux, voire argileux, supportant des apports assez importants en matières minérales et organiques

Groupement à *Veronica beccabunga* Philippi 1973
eaux peu profondes, sources et ornières des sentiers de marais à eaux ruisselantes

Groupement à *Scrophularia auriculata* (tab. n°31, rel. 3)
eaux eutrophes, peu profondes (0,10 m), substrat minéral ou tourbeux

Groupement à *Sium erectum* (et *Mentha aquatica*)
eaux eutrophes peu profondes (0,20 m), sur substrat minéral (limons sablonneux, alluvions)

Plusieurs de ces associations témoignent du bon état des eaux où on les rencontre : *Nitellopsidetum obtusae*, *Nymphaetum minoris*, *Myriophyllo-Nupharetum sparganietosum minimi*, groupement à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*.

Ces associations ont un intérêt particulier en raison de leur haut degré de rareté à l'échelle régionale ou nationale. Il en est de même de quelques autres phytocoenoses relevées dans la dition : *Ricciocarpetum natantis*, *Hydrochariceto-Stratiotetum aloidis*, *Nymphoidetum peltatae*, *Najadetum marinae*, *Potametum trichoidis*, *Potametum obtusifolii*, *Caricetum appropinquatae*, *Cicuto-Caricetum pseudocyperi*, *Thelypterido-Phragmitetum*.

Les principales associations et groupements rencontrés par biotopes figurent dans le tableau n°32.

V - LES BIOTOPES D'INTERET MAJEUR

Au-delà de cette étude apparaît la nécessité de préserver plusieurs des milieux aquatiques de vallée de la Somme.

La prise en compte des intérêts floristique et phytosociologique, faunistique, écosystémique, hydrogéologique et accessoirement pédagogique et esthétique permet de préciser la valeur de ces sites naturels aquatiques et de les hiérarchiser (méthode de TOMBAL et MERIAUX 1981).

Plusieurs sites d'intérêt exceptionnel ou remarquable ont pu être dégagés. Nous nous bornerons à faire apparaître les éléments permettant de consacrer leur intérêt floristique et phytocoenologique : espèces et phytocoenoses rares ou très rares sur le plan régional ou national.

Sites d'intérêt exceptionnel (niveau de valeur national)

. Les marais de Mareuil-Caubert

Intérêt floristique : *Nitellopsis obtusa*, *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*, *Luronium natans*, *Potamogeton friesii*, *P. perfoliatus*, *Nymphaea alba* var. *occidentalis*, *Carex appropinquata*, *Fritillaria meleagris*, *Euphorbia palustris*.

Intérêt phytocoenologique : *Nitellopsidetum obtusae*, *Nymphaetum minoris*, groupement à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*, groupement à *Potamogeton friesii*, *Thelypterido-Phragmitetum*.

. Les marais de Long et de l'Etoile

Intérêt floristique : *Nitellopsis obtusa*, *Nymphoides peltata*,* *Sparganium minimum*, *Ranunculus lingua*, *Dryopteris cristata*, *D. x uliginosa*.

Intérêt phytocoenologique : *Nitellopsidetum obtusae*, *Myriophyllo-Nupharetum* sous-association à *Nymphaea alba* var. *occidentalis* et *Sparganium minimum*, *Nymphoidetum peltatae*,* *Thelypterido-Phragmitetum*.

. Le marais de Saint-Simon

Intérêt floristique : *Potamogeton trichoides*, *P. obtusifolius*, *Ricciocarpus natans*, *Carex appropinquata*, *C. lasiocarpa*, *Rumex aquaticus*, *Peucedanum palustre*.

Intérêt phytocoenologique : *Potametum trichoidis*, *Potametum obtusifolii*, *Ricciocarpetum natantis*, *Caricetum appropinquatae*.

* Observé avant 1970, à rechercher.

. Le marais de Tirancourt à la Chaussée-Tirancourt

Intérêt floristique : *Potamogeton polygonifolius*, *Ranunculus lingua*, *Lathyrus palustris*, *Galium boreale*, *Peucedanum palustre*, *Sphagnum subnitens*, *S. squarrosum*.

Intérêt phytocoenologique : *Caricetum appropinquatae*, *Salicetum auritae* (à sphaignes)

. Sites d'intérêt remarquable (niveau de valeur régional)

. Le marais d'Isle à Saint-Quentin

Intérêt floristique : *Stratiotes aloides*, *Cicuta virosa*, *Peucedanum palustre*.

Intérêt phytocoenologique : *Cicuto-Caricetum pseudocyperii*, *Hydrochariceto-Stratiotetum aloidis*

. Le marais de Mautort à Cambron :

Intérêt floristique : *Chara crassicaulis*, *Nitella confervacea*, *Utricularia minor*, *U. intermedia*, *Potamogeton densus*, *Baldellia ranunculoides*, *Carex nigra* fo. *recta*.

Intérêt phytocoenologique : *Samolo-Littorelletum* (fragmentaire) *Scorpidio-Utricularietum minoris* (fragmentaire).

CONCLUSION

Cette première approche de l'étude phytosociologique de la vallée de la Somme a permis de mettre en évidence 5 associations et 1 groupement relevant des *Lemnetea*, 3 associations et 1 groupement des *Charetea*, 15 associations et 8 groupements des *Potametea*, 13 associations et 8 groupements des *Phragmitetea* soit 36 associations et 18 groupements.

Plusieurs milieux aquatiques de cette vallée méritent le statut de Réserve Naturelle : les marais de Mareuil-Caubert, les marais de Long et de l'Etoile, les marais de Saint-Simon et le marais de Tirancourt. Leur préservation apparaît hautement souhaitable.

BIBLIOGRAPHIE

- BULLETIN CLIMATOLOGIQUE DE LA SOMME. - Réalisé par l'Association climatologique de la Somme. (1971-1981).
- CAUSSIN, O., 1912. - Flore des tourbières de la Somme. Ch. Colin-Mayenne. 301 p.
- DEMANGEON, A., 1925. - La Picardie et les régions voisines. A. Colin, 496 p.
- DESIRE, E., 1975. - Recherches statistiques sur les précipitations en Picardie; *Hommes et Terres du Nord* II : 5-16.
- MERIAUX, J.-L., 1978. - Etude analytique et comparative de la végétation d'étangs et marais du Nord de la France. *Doc. phytos.* N.S. III : 1-244. Lille.
- MERIAUX, J.-L., - La classe des *Potametea* dans le nord-ouest de la France. *Colloques phytosociologiques X. Les végétations aquatiques et amphibies.* Lille 1981, à paraître.
- MERIAUX, J.-L., - La classe des *Phragmitetea* dans le nord-ouest de la France. *Colloques phytosociologiques X. Les végétations aquatiques et amphibies.* Lille 1981, à paraître.
- OBERDORFER, E., 1977. - *Süddeutsche. Pflanzengesellschaften.* Teil I. 311 p. G. Fischer Verlag. Stuttgart.
- VICQ, E. (de) et B., (de) BRUTELETTE, 1865. - Catalogue des espèces vasculaires du département de la Somme. 318 p.
- WATTEZ, J.-R., 1975. - Les Bryophytes aquatiques bio-indicateurs de la pollution des eaux douces dans : "La pollution des eaux continentales". 173-182. Gauthier-Villars.
- WATTEZ, J.-R., 1977. - Une estimation biologique de la qualité des eaux courantes à l'aide des Bryophytes aquatiques et sub-aquatiques. *102ème Congrès Soc. sav. Limoges Sciences.* 1 : 391-401.

Tableau n°1 - LEMNETUM GIBBAE (W. Koch 1954) Miyawaki et J. Tüxen 1960

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	Classe de présence
Surface relevée en m ²	0,25	0,20	0,10	0,50	0,20	0,20	
Recouvrement en %	80	40	100	100	50	90	
Profondeur en m	0,40	1,00	0,50	0,40	0,60	0,20	
Nombre d'espèces	3	3	3	-	4	5	
<hr/>							
Caractéristique d'association							
<i>Lemna gibba</i>	44	33	45	32	12	23	v ¹⁴
Différentielle de sous-association							
<i>Spirodela polyrhiza</i>	+2	+	+	11	+2	12	v+1
Différentielle de variante							
<i>Wolffia arrhiza</i>					+	23	II+2
Caractéristique d'ordre et de classe							
<i>Lemna minor</i>	23	12	23	45	33	45	v ¹⁴
Espèces compagnes							
<i>Callitriche platycarpa</i>				+		12	I+
<i>Enteromorpha intestinalis</i>				+		12	I+

Tableau n°2 - *SPIRODELETUM POLYRIZHAE* (Kelhofer 1915) W. Koch 1954 em. R. Tüxen
et Schwabe 1972

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	Classe de présence
Surface relevée en m ²	0,20	0,50	0,20	0,50	0,50	
Recouvrement en %	60	75	75	80	80	
Profondeur en m	0,05	-	1,00	0,10	0,80	
Nombre d'espèces	2	2	3	3	4	
<hr/>						
Caractéristique d'association						
<i>Spirodela polyrhiza</i>	44	22	11	12	12	V ¹⁴
Différentielle de sous-association						
<i>Lemna trisulca</i>					+	I ⁺
Différentielle de variante						
<i>Wolffia arrhiza</i>			34	34	+2	I ⁺³
Caractéristique d'ordre et de classe						
<i>Lemna minor</i>	12	44	34	23	55	V ¹⁵
Espèce compagne						
<i>Cladophora</i> sp.					55	I ¹⁵

Tableau n°3 - LEMNETUM TRISULCAE (Kelhofer 1915) Knapp et Stoffers 1962

	1	2	3	4	5	6	Classe de présence
Numéro du relevé							
Surface relevée en m ²	0,25	1,50	0,50	0,50	0,50	0,50	
Recouvrement en %	80	100	80	100	100	100	
Profondeur en m	0,20	0,20	0,70	0,10	0,30	0,30	
Nombre d'espèces	7	4	7	2	3	3	
Caractéristique d'association							
<i>Lemna trisulca</i>	22	44	44	45	44	33	v24
Différentielles de sous-associations							
<i>Spirodela polyrhiza</i>	12	33	11				III ¹³
<i>Lemna gibba</i>	+2						I ⁺
<i>Riccia fluitans</i>						13	I ¹
Différentielle de variante							
<i>Wolffia arhiza</i>	12				55		II ¹⁵
Caractéristique d'ordre et de classe (Lemnetalia et Lemnetea)							
<i>Lemna minor</i>	55	44	33	55	12	34	v15
Espèces compagnes							
<i>Ceratophyllum demersum</i>		12					I ⁺
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	+						I ⁺
<i>Potamogeton crispus</i>	+						I ⁺

Tableau n°4 - RICCIETUM FLUITANTIS Slavnic 1956

Numéro du relevé	1	2
Surface relevée en m ²	0,50	0,20
Recouvrement en %	90	30
Profondeur en m	-	0,05
Nombre d'espèces	1	5
Caractéristique d'association		
<i>Riccia fluitans</i>	54	34
Caractéristique d'alliance (<i>Lemnion trisulcae</i>)		
<i>Lemna trisulca</i>		+2
Caractéristiques d'ordre et de classe (<i>Lemnetalia</i> et <i>Lemnetea</i>)		
<i>Lemna minor</i>		12
<i>Spirodela polyrhiza</i>		+
Espèce compagne		
<i>Utricularia vulgaris</i>		+

Tableau n°6 - CHARETUM VULGARIS Corillon 1957

Numéro des relevés	1	2
Surface relevée en m ²	5	5
Recouvrement en %	90	80
Profondeur en m	0,3	0,1
Nombre d'espèces	5	9
Caractéristiques d'association		
<i>Chara vulgaris</i>	33	22
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>longibracteata</i>		34
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>papillata</i>		11
Caractéristique d'alliance (<i>Charion asperae</i>)		
<i>Chara hispida</i>		+
Espèces compagnes		
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	12	
<i>Ranunculus circinatus</i>	11	
<i>Sparganium minimum</i>	11	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	12	
<i>Ranunculus aquatilis</i>		11
<i>Glyceria fluitans</i>		11
<i>Lysimachia nummularia</i>		+°
<i>Alisma plantago-aquatica</i>		r
<i>Baldellia ranunculoides</i>		r

Tableau n°7 - POTAMETUM LUCENTIS Hueck 1931

Surface relevée en m ²	5
Recouvrement en %	70
Profondeur en m	0,60
Nombre d'espèces	4
Caractéristique d'association	
<i>Potamogeton lucens</i>	32
Espèces des unités supérieures (<i>Potametalia</i> et <i>Potametea</i>)	
<i>Myriophyllum spicatum</i>	22
<i>Nymphaea alba</i>	+
Espèce compagne	
<i>Nitellopsis obtusa</i>	34

Tableau n°8 - NAJADETUM MARINAE (Libbert 1952) G. Lang 1967

Numéro du relevé	1	2	3	4
Surface relevée en m ²	2	6	3	5
Recouvrement en %	40	40	60	60
Profondeur en m	0,40	0,60	0,40	0,70
Nombre d'espèces	3	3	4	7
<hr/>				
Caractéristique d'association				
<i>Najas marina</i>	34	23	33	34
Caractéristique d'alliance (Potamion)				
<i>Potamogeton lucens</i>				+2
Espèces d'ordre et de classe (Potametalia et Potametea)				
<i>Myriophyllum spicatum</i>	+2			33
<i>Potamogeton alpinus</i>		i		
<i>Nuphar lutea</i>		12		
<i>Elodea canadensis</i>			+2	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>			11	
<i>Ranunculus circinatus</i>			23	
<i>Hottonia palustris</i>				+
<i>Callitriche obtusangula</i>				+
Espèces compagnes				
<i>Sparganium emersum</i>	+			
<i>Nitellopsis obtusa</i>				33
<i>Chara major</i>				13

Tableau n°9 - POTAMETUM PECTINATI Carstensen 1955

Numéro du relevé	1	2
Surface relevée en m ²	5	5
Recouvrement en %	60	80
Profondeur en m	0,60	0,60
Nombre d'espèces	4	6
Caractéristique d'association		
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>scoparius</i>	44	44
Caractéristique d'alliance (Potamion)		
<i>Potamogeton friesii</i>		+2
Espèces d'ordre et de classe (Potametalia et Potametea)		
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	+2	+
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+2	+
Espèces compagnes		
<i>Lemna minor</i>	+2	+2
<i>Lemna gibba</i>		+2

Tableau n°11 - NYMPHAEETUM MINORIS Vollmar 1947

Numéro du relevé	1	2	3
Surface relevée en m ²	10	15	10
Recouvrement en %	60	50	50
Profondeur en m	0,50	0,50	0,60
Nombre d'espèces	2	3	4
Caractéristique d'association			
<i>Nymphaea alba</i> var. <i>occidentalis</i>	44	32	33
Caractéristiques d'alliance (<i>Nymphaeion</i>)			
<i>Nymphaea alba</i>		11	11
<i>Myriophyllum spicatum</i> (opt.)		+	+
Espèce compagne			
<i>Nitellopsis obtusa</i>	12		+

Tableau n°12 - GROUPEMENT A CERATOPHYLLUM DEMERSUM ET HYDROCHARIS MORSUS-RANAE

Numéro des relevés	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	Classe de présence
Surface relevée en m ²	10	2	3	10	2	2	2	2	2	10	1	0,5	1,5	1	
Recouvrement en %	75	70	95	85	80	100	100	90	100	100	90	80	80	90	
Profondeur en m	0,5	0,1	0,3	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,2	0,5	0,5	0,1	
Nombre d'espèces	1	1	3	2	3	5	4	4	7	10	5	5	8	4	
Combinaison caractéristique															
<i>Ceratophyllum demersum</i>	34	44	54	45	45	55	45	55	55	55	55	12	+		V ⁺⁵
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>										11	33	33	54	34	II ³⁵
Caractéristique d'alliance (<i>Nymphaeion</i>)															
<i>Nymphaea alba</i>			+°												+°
Espèces des unités supérieures (<i>Potametalia</i> et <i>Potametea</i>)															
<i>Elodea canadensis</i>					33				+2			12	+2		II ⁺³
<i>Ranunculus circinatus</i>			13							23					I ¹²
<i>Hottonia palustris</i>									+°				+2°		I ⁺
<i>Potamogeton crispus</i>										+					+ ⁺
<i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>vallisneriiifolia</i>										12					+ ¹
<i>Sium erectum</i> fo. <i>submersum</i>													22°		+ ²
Espèces compagnes															
<i>Lemna minor</i>		+				11	+	+2	+	33	23	33	+	12	IV ⁺³
<i>Spirodela polyrhiza</i>						11	+	+2		+2	22	32	+2		III ⁺³
<i>Lemna trisulca</i>						+2		+2			23	34		23	II ⁺³
<i>Cladophora crispata</i>						44	44								I ⁴
<i>Rorippa amphibia</i>					+										+ ⁺
<i>Nitellopsis obtusa</i>									12						+ ¹
<i>Ulothrix</i> sp.									13						+ ¹
<i>Ranunculus lingua</i>									+						+ ⁺
<i>Enteromorpha intestinalis</i>										12					+ ¹
<i>Lemna gibba</i>										12					+ ¹
<i>Wolffia arrhiza</i>										+					+ ⁺
<i>Juncus obtusiflorus</i>													+°		+ ⁺

Tableau n°13 - *HOTTONIETUM PALUSTRIS* R. Tüxen 1937

Numéro des relevés	1	2	3	4
Surface relevée en m ²	5	10	4	10
Recouvrement en %	60	70	75	70
Profondeur en m	0,3	0,5	0,2	0,5
Nombre d'espèces	5	7	4	8
Caractéristique d'association				
<i>Hottonia palustris</i>	33	43	21	44
Différentielle de sous-ass. <i>Ceratophyllum demersum</i>		33	22	12
Différentielle de variante <i>Oenanthe fluviatilis</i>				22
Espèces d'ordre et de classe (<i>Potametalia</i> et <i>Potametea</i>)				
<i>Myriophyllum spicatum</i>	22	23		12
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	+	11		+2
<i>Najas major</i>	+2	+		
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	1		44	
<i>Nuphar lutea</i> fo. <i>submersa</i>		11		
<i>Elodea nuttallii</i>				12
<i>Sium erectum</i> fo. <i>submersum</i>				12
Espèces compagnes				
<i>Nitellopsis obtusa</i>		12		
<i>Sium erectum</i>			12	
<i>Sagittaria sagittifolia</i>				+

Tableau n°14 - *RANUNCULETUM AQUATILIS* Sauer (1945) 1947

Surface relevée en m ²	5
Recouvrement en %	60
Profondeur en m	0,1
Nombre d'espèces	8
Caractéristique d'association	
<i>Ranunculus aquatilis</i>	33
Espèces des unités supérieures (<i>Potametalia</i> et <i>Potametea</i>)	
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>	+2
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>natans</i>	+
Espèces compagnes	
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>longibracteata</i>	23
<i>Chara vulgaris</i> var. <i>papillata</i>	11
<i>Chara vulgaris</i>	+
<i>Glyceria fluitans</i>	12
<i>Baldellia ranunculoides</i>	+2

Tableau n°15 - CALLITRICHETUM OBTUSANGULAE (Seibert 1962) Mériaux 1981

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Classe de présence	
Numéro des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Surface relevée en m ²	8	10	5	5	2	12	12	6	8	5	4	0,5	1	2	2	1		
Recouvrement en %	100	90	90	90	90	100	80	100	80	100	80	60	100	95	100	90		
Profondeur en m	0,5	0,6	0,8	0,6	0,4	0,8	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6	0,1	0,4	0,3	0,6	0,2		
Nombre d'espèces et de formes	5	5	7	9	4	8	8	11	11	9	4	7	8	10	4	5		
Caractéristique d'association																		
<i>Callitriche obtusangula</i>																		
fo. <i>submersa</i> 1	33	45	44	12													II ¹⁴	
fo. <i>submersa</i> 2					22	11	23	+	22								II ²⁵	
fo. <i>typica</i>										23	13	23	55	43	55	55		
Différentielles de sous-ass.																		
1 <i>Callitriche platycarpa</i>																		
fo. <i>submersa</i> 1	12	23	34	45														
1 et 2 <i>Sium erectum</i> fo. <i>submersum</i>	45	34	12	23			23	55	+2								I III ¹⁵	
<i>Nasturtium officinale</i>																		
fo. <i>submersa</i>			12	12														
2 <i>Sparganium emersum</i>																		
fo. <i>fluitans</i>					12	45	12	12	33								II ¹⁴	
<i>Sagittaria sagittifolia</i>																		
fo. <i>vallisneriifolia</i>						12	33	22	23								II ¹³	
<i>Callitriche platycarpa</i>																		
fo. <i>submersa</i> 2										22	12	11	13				II ¹⁴	
<i>Nuphar lutea</i> fo. <i>submersa</i>																		
					33			22	12								I ¹³	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>																		
							+										++	
2 et 3 <i>Ranunculus circinatus</i>					43			12	+								I ⁴	
3 <i>Callitriche platycarpa</i>																		
fo. <i>typica</i>												34		13			I ¹³	
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>																		
													+	+			I ⁺	
Différentielles de variantes																		
a <i>Sparganium emersum</i>																		
var. <i>longissimum</i>		12	+3	12													I ⁺¹	
b <i>Nymphaea alba</i>																		
var. <i>occidentalis</i>								+									+	
<i>Potamogeton alpinus</i>																		
var. <i>obscurus</i>									23								+2	
c <i>Enteromorpha intestinalis</i>																		
												11	22	22		23	I ¹²	
<i>Cladophora crispata</i>																		
																	+2	
a <i>Oenanthe fluviatilis</i>					34	22	+2	22									II ²³	
<i>Luronium natans</i> fo. <i>submersa</i>																		
								23									+2	
Espèces de l'alliance																		
(Potametalia et Potametea)																		
<i>Ceratophyllum demersum</i>																		
								+				+	+	12	+	22	23	III ⁺²
<i>Elodea canadensis</i>																		
	+2	+		+			+2		+2									II ⁺
<i>Hottonia palustris</i>																		
							+	12	22									I ⁺²
<i>Myriophyllum spicatum</i>																		
					12	+												I ⁺¹
<i>Elodea nuttallii</i>																		
								+	+2									I ⁺
<i>Potamogeton pectinatus</i>																		
																+		+
Espèces compagnes																		
<i>Lemna minor</i>																		
										13		23	13	34		12		II ¹³
<i>Vaucheria</i> sp.																		
							44							23				I ²⁴
<i>Lemna trisulca</i>																		
												+	+2					I ⁺
<i>Spirodela polyrhiza</i>																		
													+					I ⁺
<i>Phalaris arundinacea</i>																		
fo. <i>submersa</i>																		+
<i>Sium erectum</i>																		
										+2								+1
<i>Nasturtium officinale</i>																		
										+								+
<i>Ulothrix</i> sp.																		
										+								+
<i>Agrostis stolonifera</i>																		
fo. <i>submersa</i>																		+
<i>Riccia fluitans</i>																		
												+						+
<i>Wolffia arrhiza</i>																		
													+					+

Une étude détaillée du *Callitrichetum obtusangulae* a été présentée à ce même Colloque sur les végétations aquatiques et amphibies par MERIAUX et VERDEVOYE : données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 (synfloristique, systématique, synécologie et faune associée).

Tableau n°16 - SPARGANIO-POTAMETUM PECTINATI Hilbig 1971

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	Classe de présence
Surface relevée en m ²	5	10	5	10	5	5	
Recouvrement en %	90	90	80	70	90	70	
Profondeur en m	0,50	1,20	0,60	0,80	0,80	0,40	
Nombre d'espèces	3	3	5	4	5	6	
Caractéristique d'association							
<i>Potamogeton pectinatus</i> var. <i>interruptus</i>					23	45	II ²⁴
Caractéristiques d'alliance (<i>Ranunculion fluitantis</i>)							
<i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>vallisneriifolia</i>	12	12	12	11	44	13	V ¹⁴
<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i>	34	34	44	44	+	+3	V ⁺⁴
<i>Nuphar lutea</i> fo. <i>submersa</i>		44	34	12	+		IV ⁺⁴
<i>Callitriche obtusangula</i> fo. <i>submersa</i>						11	I ¹
Espèces d'ordre et de classe (<i>Potametalia</i> et <i>Potametea</i>)							
<i>Ceratophyllum demersum</i>	44		+		+		III ⁺⁴
<i>Myriophyllum spicatum</i>			+				I ⁺
<i>Potamogeton crispus</i>						13	I ¹
Espèces compagnes							
<i>Lemna minor</i>	+2						I ⁺
<i>Vaucheria</i> sp.				12			I ¹
<i>Cladophora glomerata</i>						34	I ³

Tableau n°17 - GROUPEMENT A POTAMOGETON ALPINUS fo. OBSCURUS

Surface relevée en m ²	5
Recouvrement en %	90
Profondeur en m	0,4
Nombre d'espèces	9
Espèces du <i>Ranunculion fluitantis</i>	
<i>Potamogeton alpinus</i> fo. <i>obscurus</i>	45
<i>Oenanthe fluviatilis</i>	23
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	12
fo. <i>vallisneriifolia</i>	
<i>Sparganium emersum</i> fo. <i>fluitans</i>	+2
<i>Nuphar lutea</i> fo. <i>submersa</i>	+2
Espèces d'ordre et de classe (<i>Potametalia</i> et <i>Potametea</i>)	
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	22
<i>Hottonia palustris</i>	+
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+
Espèce compagne	
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	+2

Tableau n°18 - GROUPEMENT A POTAMOGETON DENSUS fo. ANGUSTIFOLIUS

Surface relevée en m ²	4
Recouvrement en %	80
Profondeur en m	0,3
Nombre d'espèces	4
Espèces du <i>Ranunculion fluitantis</i>	
<i>Potamogeton densus</i> fo. <i>angustifolius</i>	55
<i>Apium nodiflorum</i> fo. <i>submersum</i>	+2
Espèces compagnes	
<i>Lemna minor</i>	+2
<i>Agrostis stolonifera</i>	+

Tableau n°19 - SCIRPO-PHRAGMITETUM W. Koch 1926

Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Classe de présence
Surface relevée en m ²	5	5	10	20	6	5	8	20	10	5	10	10	4	
Recouvrement en %	50	50	80	75	80	70	70	80	50	90	90	80	70	
hélrophytes	70	30	40	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	
hydrophytes														
Profondeur en m	0,7	0,5	1,0	0,15	0,10	0,30	0,50	0,3	0,15	0,10	0,10	0,60	0,40	
Hauteur en m	1,4	1,5	1,2	1,50	1,80	2,20	1,50	1,2	1,50	2,00	2,00	1,20	1,50	
Nombre d'espèces	5	3	4	8	12	4	5	6	8	2	4	3	2	
Caractéristiques d'association														
<i>Phragmites australis</i> opt.								+	+	11	55	55		III+5
<i>Typha latifolia</i>						44								+4
<i>Typha angustifolia</i>				43	43		33	12	12					III+14
<i>Scirpus lacustris</i>	44	44	34										11	II+14
Caractéristiques d'alliance (Phragmition)														
<i>Sparganium erectum</i>							12	43	+			45	55	III+5
<i>Equisetum limosum</i>							+2	+						I+
<i>Rumex hydrolapathum</i>									32		+			I+3
<i>Hippuris vulgaris</i>	+													
Espèces d'ordre et de classe (Phragmitetalia et Phragmitetea)														
<i>Sium erectum</i>				22	12									I+2
<i>Epilobium parviflorum</i>				22	+2									I+2
<i>Lycopus europaeus</i>				+2							+			I+
<i>Carex pseudocyperus</i>					+2					+				I+
<i>Galium palustre</i> ssp. <i>elongatum</i>				12										+1
<i>Myosotis scorpioides</i>				12										+1
<i>Scrophularia auriculata</i>				+										++
<i>Scutellaria galericulata</i>					+2									++
<i>Carex acutiformis</i>					13									+1
<i>Carex riparia</i>					+2									++
<i>Carex paniculata</i>										+2				++
Espèces compagnes														
: espèces des Potametea, Charetea et Lemnetae														
<i>Nymphaea alba</i>	44	34	32					+						II+4
<i>Nuphar lutea</i>	21	+	+											II+2
<i>Lemna minor</i>								+				+		II+
<i>Nitellopsis obtusa</i>	23													+2
<i>Myriophyllum verticillatum</i>			11											+1
<i>Lemna trisulca</i>						13								+1
<i>Ceratophyllum demersum</i>						12								+1
<i>Spirodela polyrrhyza</i>												r		+2
. autres espèces														
<i>Lythrum salicaria</i>				12	12			+	+2		+			II+1
<i>Solanum dulcamara</i>					+2			+						I+
<i>Epilobium hirsutum</i>					+2						+			I+
<i>Cirsium palustre</i>					12									+1
<i>Salix cinerea</i> ple					+									++
<i>Salix multinervis</i> ple									+2					++

Tableau n°20 - GLYCERIETUM MAXIMAE Hueck 1931

	1	2	3	4	5	Classe de présence
Numéro du relevé	1	2	3	4	5	
Surface relevée en m2	5	10	5	5	10	
Recouvrement en %	100	100	90	90	100	
Profondeur en m	0,1	0,5	0,05	0,10	0,20	
Hauteur en m	1,5	1,5	1,30	1,30	1,60	
Nombre d'espèces	4	4	7	3	3	
<hr/>						
Caractéristique d'association						
<i>Glyceria maxima</i>	55	55	55	45	55	V45
Différentielle de sous-association						
<i>Sparganium erectum</i>					11	I ¹
Caractéristique d'alliance (<i>Phragmition</i>)						
<i>Rorippa amphibia</i>		23	12	34		III ¹³
Espèce d'ordre et de classe (<i>Phragmitetalia</i> et <i>Phragmitetea</i>)						
<i>Carex riparia</i>	12					I ¹
Espèces compagnes						
<i>Lemna minor</i>	12	23	23			III ¹³
<i>Spirodela polyrhiza</i>	+2		+2			III ⁺
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>		+	+			II ⁺
<i>Urtica dioica</i>				+	+2	II ⁺
<i>Eupatorium cannabinum</i>			+2			I ⁺
<i>Solanum dulcamara</i>			12			I ¹

Tableau n°22 - CLADIETUM MARISCI (Allorge 1922) Zobrist 1935

Numéro du relevé	1	2
Surface relevée en m ²	10	10
Recouvrement en %	100	90
Profondeur en m	0,8	-
Hauteur en m	2,0	1,8
Nombre d'espèces	5	6
<hr/>		
Caractéristique d'association		
<i>Cladium mariscus</i>	54	44
Différentielles de variante		
<i>Thelypteris palustris</i>		11
<i>Lysimachia vulgaris</i>		+
Caractéristiques d'alliance (<i>Phragmition</i>)		
<i>Phragmites australis</i> opt.	+2	11
<i>Rumex hydrolapathum</i>	+	
<i>Equisetum limosum</i>		+
Espèces d'ordre et de classe (<i>Phragmitetalia</i> et <i>Phragmitetea</i>)		
<i>Carex riparia</i>		12
<i>Carex paniculata</i>	+2	
<i>Galium palustre</i> ssp. <i>elongatum</i>		+

Tableau n°23 - GROUPEMENT A CALAMAGRÖSTIS CANESCENS ET PHRAGMITES AUSTRALIS

Surface relevée en m ²	5
Recouvrement en %	100
Hauteur en m	1,3
Nombre d'espèces	12
<hr/>	
Combinaison caractéristique du groupement	
<i>Calamagrostis canescens</i>	43
<i>Phragmites australis</i>	12
Caractéristique d'alliance (<i>Phragmition</i>)	
<i>Rorippa amphibia</i>	12
Espèces d'ordre et de classe (<i>Phragmitetalia</i> et <i>Phragmitetea</i>)	
<i>Scrophularia aquatica</i>	12
<i>Lycopus europæus</i>	+2
<i>Galium palustre</i> ssp. <i>elongatum</i>	11
Espèces compagnes	
<i>Eupatorium cannabinum</i>	12
<i>Cirsium palustre</i>	+2
<i>Cirsium arvense</i>	+2
<i>Galium aparine</i>	12
<i>Lythrum salicaria</i>	+
<i>Filipendula ulmaria</i>	+2

Tableau n° 24 - SPARGANIO-SAGITTARIETUM EMERSI R. Tüxen 1953

Numéro des relevés	1	2
Surface relevée en m ²	10	3
Recouvrement en %	90	80
Profondeur en m	0,5	0,8
Hauteur en m	0,3	0,3
Nombre d'espèces	5	4
Caractéristique d'association		
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	24	55
Espèces des unités supérieures (<i>Phragmitetalia</i> et <i>Phragmitetea</i>)		
<i>Rorippa amphibia</i>	+2	
<i>Nasturtium officinale</i>		+
Différentielles de variante		
<i>Nuphar lutea</i>	22	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	+2	
<i>Myriophyllum spicatum</i>		11°
Espèces compagnes		
<i>Cladophora crispata</i>	44	
<i>Lemna minor</i>		+

Tableau n° 25 - GROUPEMENT A HIPPURIS VULGARIS Passarge 1955

Numéro des relevés	1	2	3
Surface relevée en m ²	2	3	5
Recouvrement en %	80	90	60
Profondeur en m	0,3	0,3	0,3
Nombre d'espèces	4	7	7
Caractéristique du groupement			
<i>Hippuris vulgaris</i>	54	43	32
Différentielle de variante			
<i>Sparganium minimum</i>			+
Caractéristique d'alliance (<i>Eleocharito-Sagittarion</i>)			
<i>Sparganium emersum</i>			+
Espèce des unités supérieures (<i>Potametalia</i> et <i>Potametea</i>)			
<i>Rorippa amphibia</i>		+	
Espèces compagnes			
<i>Nuphar lutea</i>	21	32	
<i>Cladophora crispata</i>			
<i>Lemna minor</i>	+2	+	
<i>Spirodela polyrhiza</i>	+	+	
<i>Myriophyllum spicatum</i>		+2	22
<i>Ranunculus circinatus</i>		+	+2
<i>Myriophyllum verticillatum</i>			12
<i>Hottonia palustris</i>			+2

Tableau n°27 - CARICETUM ELATAE W. Koch 1926

Numéro du relevé	1	2	3	4	
Surface relevée en m ²	5	15	10	10	5
Recouvrement en %		90	80	90	90
Profondeur en m		0,5	0,2	0,3	0,4
Hauteur en m		0,5	1,0	1,0	1,0
Nombre d'espèces		3	3	8	11

Caractéristique d'association

<i>Carex elata</i>		54	44	55	44
--------------------	--	----	----	----	----

Caractéristiques d'alliance
(*Magnocaricion elatae*)

<i>Carex acutiformis</i>			11	13	
<i>Galium palustre</i> ssp. <i>elongatum</i>			11	+2	
<i>Carex riparia</i>				+	
<i>Scutellaria galericulata</i>				13	
<i>Carex pseudocyperus</i>					+

Espèces d'ordre et de classe
(*Phragmitetalia* et *Phragmitetea*)

<i>Rorippa amphibia</i>				+2	
<i>Scrophularia auriculata</i>				+	
<i>Lycopus europaeus</i>					+2
<i>Rumex hydrolapathum</i>					+
<i>Epilobium parviflorum</i>					+2

Espèces compagnes

<i>Cardamine pratensis</i>		+2			+
<i>Lythrum salicaria</i>				+	12
<i>Salix cinerea</i>		+			
<i>Carex panicea</i>					11
<i>Acrocladium cuspidatum</i>					22
<i>Solanum dulcamara</i>					12
<i>Epilobium hirsutum</i>					+

Tableau n°29 - CICUTO-CARICETUM PSEUDOCYPERI Boer et Sissingh 1942

Numéro des relevés	1	2
Surface relevée en m ²	15	5
Recouvrement en %	80	90
Profondeur en m	0,3	0,5
Hauteur en m	1	1,2
Nombre d'espèces	12	11
Caractéristiques d'association		
<i>Carex pseudocyperus</i>	43	+
<i>Cicuta virosa</i>		23
Caractéristiques d'alliance (<i>Magnocaricion elatae</i>)		
<i>Carex acutiformis</i>	12	
<i>Galium palustre</i> subsp. <i>elongatum</i>	11	
<i>Iris pseudacorus</i>	+2	
<i>Juncus obtusiflorus</i>	+2	
<i>Carex paniculata</i>		+
Différentielle d'alliance		
<i>Mentha aquatica</i>		+
Espèces des unités supérieures (<i>Phragmitetalia</i> et <i>Phragmitetea</i>)		
<i>Rorippa amphibia</i>	22	34
<i>Typha latifolia</i>	22	+
<i>Sium erectum</i>	12°	+2
<i>Lycopus europaeus</i>	12	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		11
<i>Myosotis scorpioides</i>		+2
Espèces compagnes		
<i>Epilobium hirsutum</i>	12	12
<i>Salix cinerea</i> (pl.)	+	
<i>Spirodela polyrhiza</i>		33
<i>Lemna minor</i>		12

Tableau n°30 - GROUPEMENT A JUNCUS OBTUSIFLORUS Jeschke 1959

Numéro des relevés	1	2
Surface relevée en m ²	15	10
Recouvrement en %	80	60
Profondeur en m	0,5	0,05
Hauteur en m	0,6	0,5
Nombre d'espèces	5	13
Caractéristique du groupement		
<i>Juncus obtusiflorus</i>	33	32
Espèces des unités supérieures (<i>Phragmitetalia</i> et <i>Phragmitetea</i>)		
<i>Phragmites australis</i>	+2	+
<i>Eleocharis palustris</i>		22
<i>Hippuris vulgaris</i>		11
<i>Oenanthe aquatica</i>		+
<i>Apium nodiflorum</i>		+
<i>Glyceria fluitans</i>		+
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		+
Espèces compagnes		
<i>Nymphaea alba</i>	33	
<i>Utricularia vulgaris</i>	+2	
<i>Chara major</i>	+2	
<i>Carex nigra</i> fo. <i>recta</i>		12
<i>Lemna trisulca</i>		11
<i>Chara hispida</i>		11
<i>Baldellia ranunculooides</i>		+
<i>Utricularia minor</i>		+

Tableau n°31 - NASTURTIETUM OFFICINALIS (Seibert 1962) Oberdorfer 1967 ET GROUPEMENT A SCROPHULARIA AURICULATA

Numéro du relevé	1	2	3
Surface relevée en m ²	5	5	5
Recouvrement en %	100	100	60
Profondeur en m	0,30	0,20	0,05
Hauteur en m	0,60	0,40	0,60
Nombre d'espèces	1	5	3
<hr/>			
Caractéristique d'association			
<i>Nasturtietum officinale</i>	55	55	
Caractéristiques d'alliance (<i>Sparganio-Glycerion</i>)			
<i>Scrophularia auriculata</i>		+	44
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		11	+
<i>Sium erectum</i>		+2	
<i>Epilobium parviflorum</i>			+
Espèce d'ordre et de classe (<i>Phragmitetalia</i> et <i>Phragmitetea</i>)			
<i>Phalaris arundinacea</i>			+

Tableau n°32 - VALLEE DE LA SOMME : BIOTOPES AQUATIQUES

Biotopes	RIVIERE		ETANGS	CHENAUX INTER-ETANGS	TROUS DE TOURBAGE
	Apex	Cours moyen			
CHARETEA			<i>Nitellopsidetum obtusae</i> <i>Charetum vulgare</i>		<i>Charetum vulgare</i> <i>Charetum fragile</i>
POTAMETEA	<i>Ranunculo (penicillati)-Sietum erecti-submersi</i> <i>Ranunculo (fluitanti)-Sietum erecti submersi</i>	<i>Callitrichetum obtusangulae</i>	<i>Myriophyllo-Nupharetum</i> <i>Gt à Ceratophyllum demersum et Hydrocharis morsus-ranae</i> <i>Nymphaetum minoris</i>	<i>Callitrichetum obtusangulae</i> <i>Gt à Sagittaria sagittifolia fo. vallisneriifolia</i> <i>Gt à Nuphar lutea fo. submersa</i> <i>Hottonietum palustris</i>	<i>Ranunculetum aquatilis</i> <i>Gt à Potamogeton coloratus</i>
PHRAGMITETEA	<i>Nasturtietum</i> <i>Gt à Sium erectum et Mentha aquatica</i> <i>Gt à Scrophularia auriculata et Myosotis scorpioides</i>	<i>Caricetum paniculatae</i> <i>Glycerietum maximae</i> <i>Caricetum elatae</i> <i>Caricetum ripario-acutiformis facies à Carex riparia</i>	<i>Scirpo-Phragmitetum</i> <i>Thelypterido-Phragmitetum</i> <i>Caricetum paniculatae</i> <i>Caricetum ripario-acutiformis facies à Carex acutiformis</i> <i>Cladietum marisci</i> <i>Gt à Juncus obtusiflorus</i>	<i>Sparganio-Sagittarietum</i>	<i>Gt à Alisma plantago-aquatica</i>

DISTRIBUTION ET SYNECOLOGIE DES RENONCULES
DU SOUS-GENRE *BATRACHIUM* DANS LE
NORD DE LA FRANCE

par Jean-Marie GEHU⁺ et Jean-Luc MERIAUX⁺⁺

(+) Université de Paris V
Laboratoire de Botanique
Faculté de Pharmacie
avenue de l'Observatoire
75000 Paris

(++) Laboratoire de Botanique
Université des Sciences
et Techniques de Lille
59650 Villeneuve d'Ascq

et Institut européen d'Ecologie
1, rue des Récollets
57000 Metz

RESUME

Les auteurs indiquent à l'aide de cartes grilles (type TFFB) la distribution géographique des renoncules aquatiques dans le nord de la France. Pour plusieurs espèces jusqu'ici méconnues ou mal déterminées (notamment du groupe *aquatilis-peltatus*), ils précisent les caractères phytosociologiques et synécologiques à l'aide de tableaux d'association.

SUMMARY

The authors show with gridded map (type TFFB) the geographical distribution of the aquatic subgenus *Batrachium* in Northern France. For several species unknown or not very well determined until now, (especially for the group *aquatilis-peltatus*) they state precisely the phytosociological and synecological characters with the help of tables of association.

La détermination des différentes espèces du sous-genre *Batrachium* n'est pas sans poser de problèmes. Ces plantes possèdent en effet une grande plasticité morphologique (longueur de la tige, longueur des feuilles, grandeur des fleurs, des pétales...) suivant les conditions changeantes des biotopes (profondeur de l'eau, vitesse du courant, baisse plus ou moins rapide des eaux, pouvant aller jusqu'à l'émersion complète du substrat). D'un point de vue phytosociologique, leur détermination exacte est d'autant plus importante que ces espèces constituent souvent l'essentiel de la biomasse de groupements présents dans de nombreux biotopes (mares prairiales, rivières, ruisseaux).

Le problème se pose en particulier pour le couple *Ranunculus aquatilis* et *R. peltatus*, souvent confondus. Pendant de nombreuses années ces deux taxons ne furent d'ailleurs pas séparés au niveau spécifique, *R. peltatus* étant considéré comme simple variété de *R. aquatilis* L. (*R. aquatilis* L. var. *peltatus* Schrank)

Cependant en 1966, COOK utilisant des critères morphologiques et caryologiques a montré que ces deux taxons devaient être distingués au rang d'espèces : *Ranunculus peltatus* Schrank et *Ranunculus aquatilis* L.

Toutefois l'existence possible d'hybrides entre les deux taxons accentue la difficulté de leur détermination. Sur ce problème taxonomique vient se greffer celui de la différenciation des associations auxquelles ces espèces participent. Un groupement à *Ranunculus aquatilis* L. fut décrit par SAUER en 1945 et par la suite élevé au rang d'association par le même auteur (1947). Cette association a été signalée par la suite dans les travaux de CORILLION (1957), KNAPP et STOFFERS (1962), PASSARGE (1964), HORST, KRAUSCH et MULLER-STOLL (1966), OBERDORFER et al. (1967).

En 1967, après la publication de l'étude monographique du sous genre *Batrachium* de COOK, SEGAL dans son étude sur l'écologie de *Ranunculus hederaeifolius* parle d'un *Ranunculetum peltati*.

Par la suite divers auteurs ayant sans doute constaté la relative abondance de *Ranunculus peltatus* par rapport à *Ranunculus aquatilis* et jugé de la possibilité de confusions antérieures entre ces deux Renoncules, synonymisent le *Ranunculetum peltati* de SEGAL et le *Ranunculetum aquatilis* de SAUER. C'est le cas de WEBER-OLDECOP (1969, 1970), WESTHOFF et DEN HELD (1969), OBERDORFER (1970, 1977), POTT (1980) tandis que d'autres se réfèrent à la dénomination de *Ranunculetum aquatilis* : HILBIG (1970, 1971), GRIGORE (1971), RUNGE (1973), FRILEUX (1977)...

Le problème posé par cette synonymie n'avait pas échappé à MERIAUX (1977) qui suggérait la possibilité de l'existence de deux associations distinctes vicariantes. L'un des buts de cette note est de clarifier cette question.

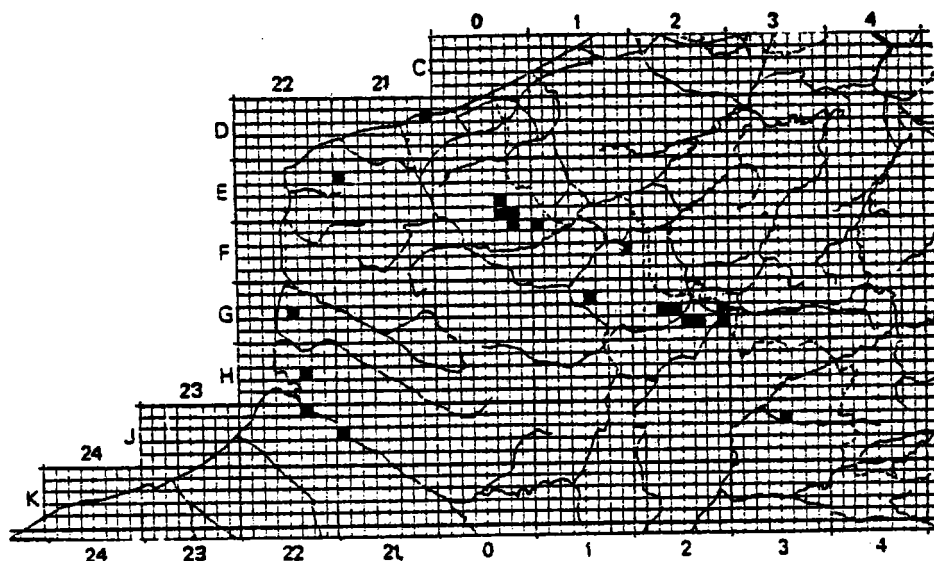
Cependant si les deux espèces précitées ont particulièrement attiré notre intérêt nous envisagerons aussi le cas de *Ranunculus baudotii* qui peut éventuellement se rencontrer avec *Ranunculus aquatilis*, s'hybrider avec cette Renoncule et par conséquent accentuer les difficultés de détermination.

D'un autre côté nous nous sommes également intéressés aux autres Renoncules aquatiques susceptibles de peupler les hydrotopes de la région prospectée. Nous en préciserons la répartition et les caractères synécologiques essentiels.

I - DISTRIBUTION DES ESPECES DU SOUS-GENRE *BATRACHIUM* DANS LE NORD DE LA FRANCE

Le territoire prospecté comprend les départements du Nord, du Pas-de-Calais, la plus grande partie du département de la Somme, le nord du département de l'Aisne et la frange occidentale du département des Ardennes. Les spécimens récoltés ont été revus par COOK (1). Le type de distribution de chaque espèce suit la nomenclature des districts phytogéographiques de la Belgique et du nord de la France selon DE LANGHE et al. (1978). Ce qui rend possible la comparaison avec les données exposées par DELVOSALLE, DUVIGNEAUD et LAWALREE (1970) dans leur étude de la distribution des Renoncules de Belgique.

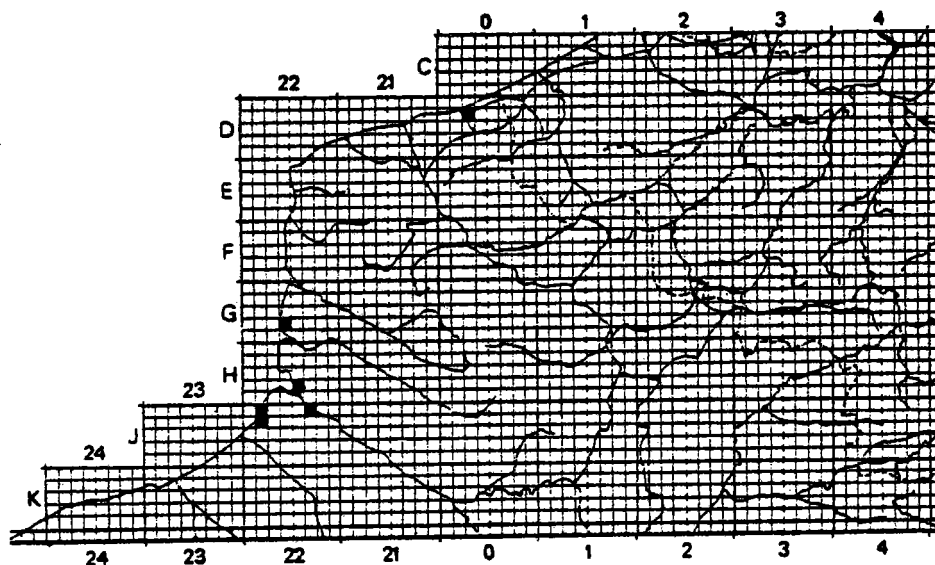
1. *RANUNCULUS AQUATILIS* L. (carte n°1)



(1) Nous remercions vivement le Pr. Dr. COOK qui a bien voulu vérifier ou compléter la détermination de nos échantillons.

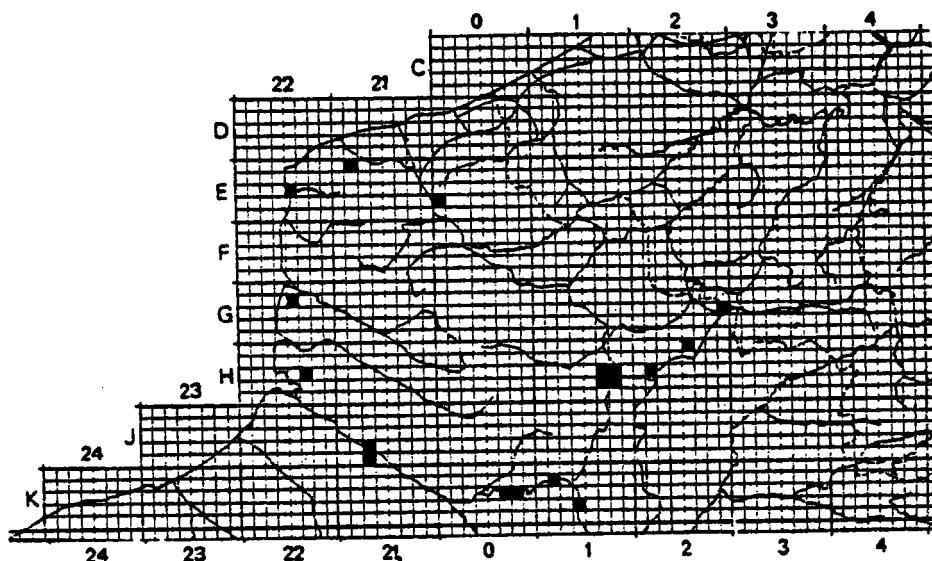
Il est répandu dans les districts brabançon et flandrien, et à un degré moindre dans les districts picard et maritime méridional. Il colonise les eaux calmes souvent très minéralisées, voire polluées.

2. *RANUNCULUS BAUDOTII* Godron (carte n°2)



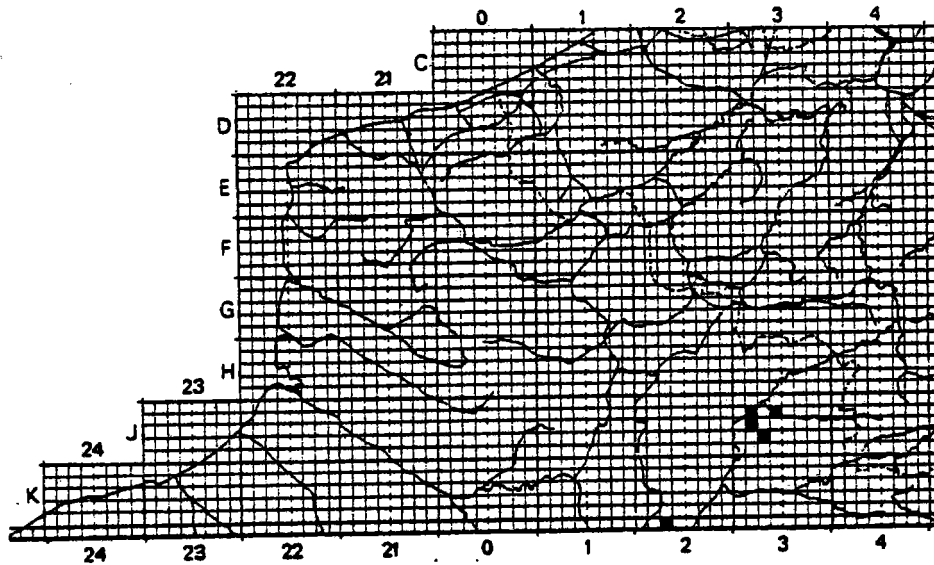
Cette espèce devenue très rare, est strictement inféodée aux districts maritime septentrional et méridional où elle se développe dans les eaux saumâtres ou subsaumâtres.

3. *RANUNCULUS CIRCINATUS* Sibth. (carte n°3)



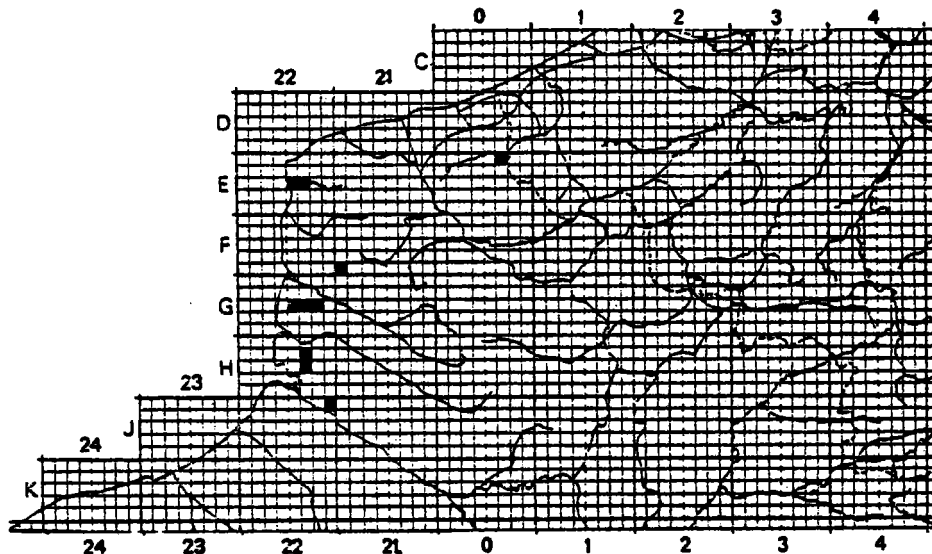
Il est abondant dans les districts brabançon et maritime méridional et également fréquent dans les districts picard et maritime septentrional.

4. *RANUNCULUS FLUITANS* Lamk (carte n°4)



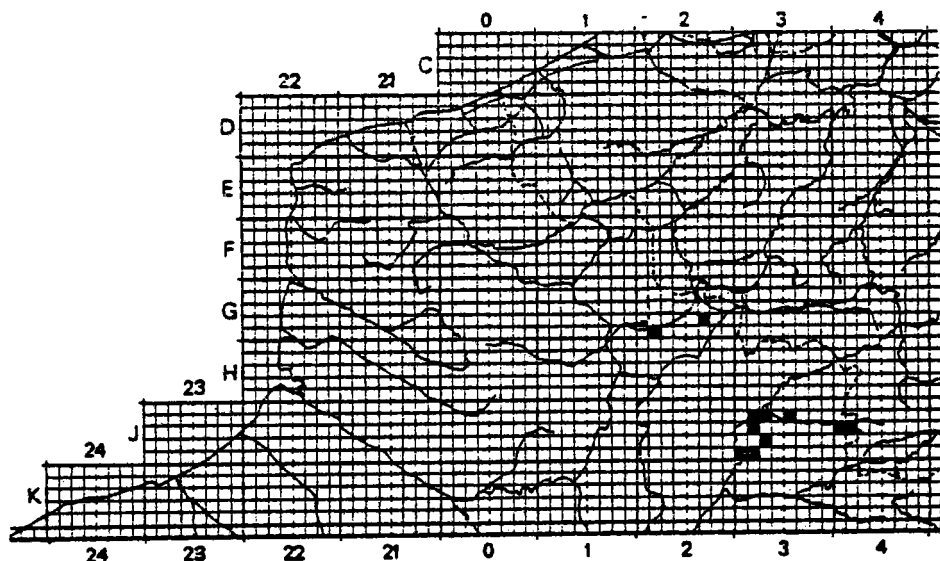
Cette espèce médio-européenne appartient au district mosan et aux franges septentrionales et méridionales du district brabançon. Elle est certainement très rare dans l'Avesnois où sa présence devra être reconfirmée seules données dont nous disposons datant de plus de 20 ans.

5. *RANUNCULUS HEDERACEUS* L. (carte n°5)



Ce *Batrachium* est inféodé au district maritime méridional où elle se localise dans les ruisselets et les bourbiers (exception : bois de St Acaire).

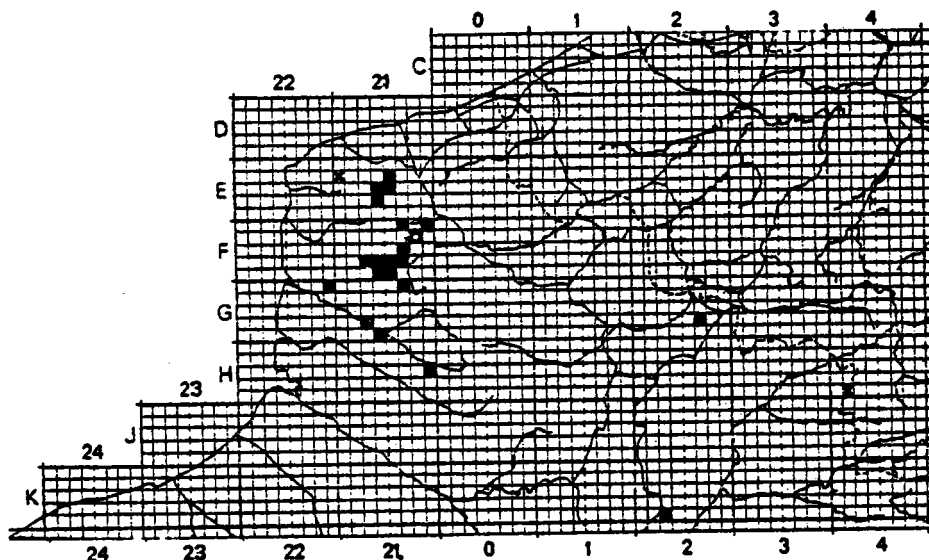
6. *RANUNCULUS PELTATUS* Schrank (carte n°6)



C'est une espèce de l'est de la dition, liée au secteur méridional du district brabançon, aux districts mosan et ardennais (mais aussi lorrain).

Elle se développe dans les collections d'eau calme, peu profonde et généralement beaucoup moins minéralisée que pour *Ranunculus aquatilis*.

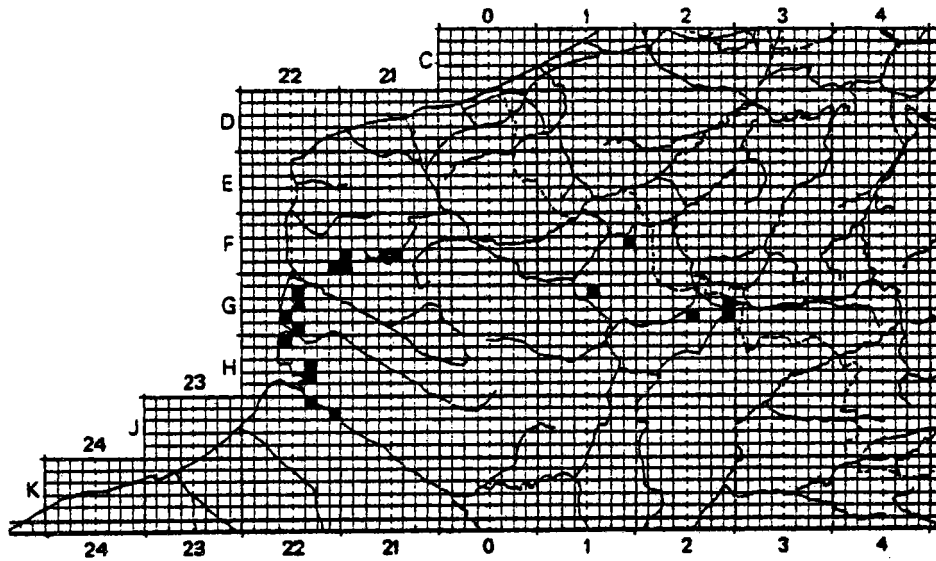
7. *RANUNCULUS PENICILLATUS* (Dumortier) Babington (carte n°7)



- var. *calcareus*
- × var. *penicillatus*
- présence simultanée des 2 variétés

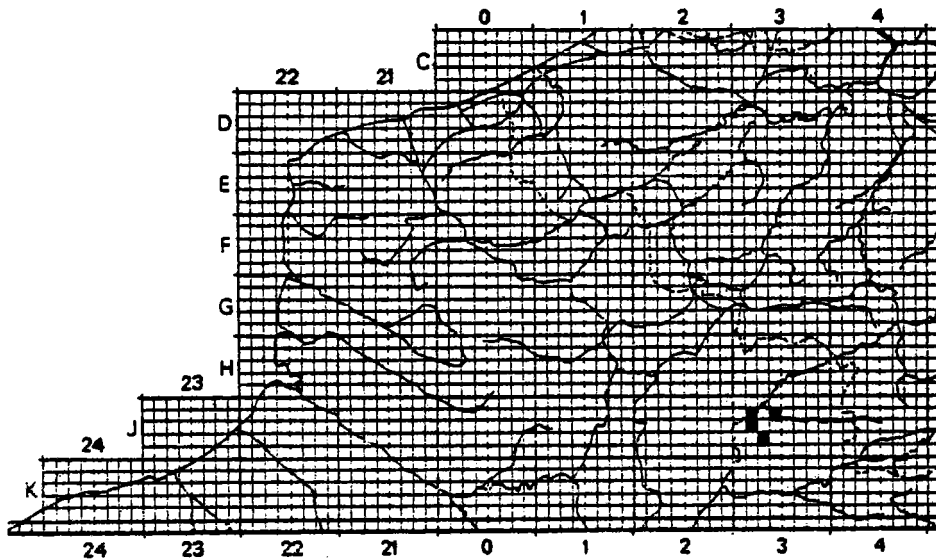
Cette Renoncule aquatique est abondante dans les districts picard et brabançon (secteur occidental, Artois), elle existe en limite du district mosan et a été relevée en un point du district ardennais. Elle a été souvent confondue avec *Ranunculus fluitans* et *R. trichophyllus* (forme des eaux courantes). Elle est liée aux eaux vives (généralement riches en calcaire var. *calcareus*).

8. *RANUNCULUS TRICHOPHYLLUS* Chaix in Villars (carte n°8)



Cette espèce se localise dans les districts maritime et brabançon (secteur méridional).

9. *RANUNCULUS TRIPARTITUS* DC. (carte n°9)



Cette Renoncule a été identifiée dans les limites méridionales du district brabançon. Elle est, comme *Ranunculus fluitans*, très rare dans l'Avesnois où sa présence devra être aussi reconfirmée, les seules données dont nous disposons datant de 1975 et 1958.

Toutes les espèces citées sont présentes en Belgique exceptée *Ranunculus tripartitus* qui aurait disparu totalement de ce pays alors que la rare *Ranunculus ololeucos* présente en quelques localités de Belgique n'a pas été rencontrée lors de nos investigations.

Lors des déterminations plusieurs hybrides ont pu être décelés.

1) Hybrides déterminés par COOK

. *Ranunculus baudotii* $\begin{cases} \times & R. ? \textit{trichophyllus} \\ \times & R. ? \textit{aquatilis} \end{cases}$

Le Crotoy (80) - H22 45, mare prairiale, 31 mai 1978 (MERIAUX et GEHU)

. *Ranunculus peltatus* $\begin{cases} \times & R. \textit{fluitans} \\ \times & R. \textit{penicillatus} \end{cases}$?

Eppe-Sauvage (59) - J4 32, Val Joly, 8 mai 1977 (MERIAUX)

. ? *Ranunculus trichophyllus* $\begin{cases} \times & ? R. \textit{fluitans} \\ \times & ? R. \textit{penicillatus} \end{cases}$

Ovillers (59) - J2 15, Le Béart, 18 mai 1977 (MERIAUX)

2) Hybrides déterminés par GEHU et MERIAUX

. *Ranunculus penicillatus* x *R. ? trichophyllus*

St Vaast (62) - G21 43, la Canche, 17 octobre 1979 (MERIAUX)

. *Ranunculus fluitans* x *R. penicillatus*

Rouvroy (02) K3 53, bras de la Somme, 22 juillet 1980 (MERIAUX)

II - LES PHYTOCOENOCSES A *RANUNCULUS AQUATILIS*, *R. PELTATUS* ET *R. BAUDOTII*

1. L'ASSOCIATION A *RANUNCULUS AQUATILIS* L.

a. Localisation : les mares prairiales de la Flandre intérieure et de la Plaine alluviale maritime picarde, les eaux peu profondes de quelques uns des étangs d'affaissements miniers nés dans les alluvions des vallées de l'Escaut, de l'Hogneau et de la Deûle sont favorables à l'installation de l'association.

b. Synphysionomie : dans les sites bien abrités les renoncules aquatiques forment des plages d'un vert franc, parfois étendues, piquetées de fleurs blanches portées par de longs pédoncules munis de feuilles flottantes, plurilobées émergeant des eaux à la fin du printemps. Après la floraison les pédicelles fructifères se recourbent et s'enfoncent dans l'eau ; les feuilles flottantes se raréfient alors. En période estivale le groupement est capable de subsister sur la vase séchée sous forme de tapis ras, et se limite alors le plus souvent aux Renoncules.

c. Synfloristique :

Organisation : On remarque dans le tableau n°1 la présence de la caractéristique d'association assurant le rôle physiologique majeur, de 2 différentielles de sous-association et de 4 variantes, dont deux, *Vaucheria dichotoma* et *Vaucheria geminata*, pouvant déterminer une strate inférieure homogène, de 11 végétaux des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametea*) et 25 compagnes dont 13 accidentelles hors tableau). Le nombre total des espèces est de 43.

Variations : l'existence ou non d'un courant, la nature du substrat, la composition chimique de l'eau sont à l'origine des variations de l'association considérées comme des sous-associations ou des variantes :

- les eaux les plus calmes sont le siège de la sous-association typique (rel. 1 à 10),

- un courant si faible soit-il correspond au développement de la sous-association à *Callitriche platycarpa* et *C. hamulata* (rel. 11 à 20). Ce couple d'espèces *Ranunculus aquatilis* - *Callitriche platycarpa* n'est pas sans évoquer le *Callitricho-Ranunculetum aquatilis* de DE BOLOS, MOLINIER et MONSERRAT

(1970) avec *Callitriche* cf. (?) *polymorpha* relevé par les auteurs.

Une variante à *Vaucheria dichotoma*, *Chara vulgaris*, *Chara globularis* et *Vaucheria geminata* mise en évidence au niveau de chaque sous-association, est liée aux fonds particulièrement vaseux.

Types biologiques : le spectre biologique du *Ranunculetum aquatilis* se compose essentiellement d'hydrophytes enracinés et dans une moindre mesure d'hydrophytes à rhizoïdes et d'hydrophytes nageants.

Caractères de la flore : les espèces subcosmopolites et cosmopolites dominent nettement l'ensemble spécifique, dans lequel se remarque également l'élément européen et néophyte boréo-américain.

d. Syntaxonomie :

Nous pouvons rapporter sans trop de difficultés ce groupement à l'association décrite par SAUER en 1947 (*Ranunculetum aquatilis*) et ayant pour caractéristique *Ranunculus aquatilis* (*sensu stricto*). Les relevés type de SAUER ont en effet été pris dans une région (Flandre française) où seule existe *Ranunculus aquatilis* L., à l'exclusion de *Ranunculus peltatus*.

e. Synsystématique :

Les opinions des auteurs divergent quant à la place des groupements à *Ranunculus aquatilis*.

PASSARGE (1964) inscrit le *Ranunculetum aquatilis* dans une alliance nouvelle des *Lemnetea*, le *Ranunculion aquatilis*.

TUXEN (1975) place le *Callitricho-Ranunculetum aquatilis* dans le *Potamion* mais la physionomie et la structure de notre association, sa situation dans les eaux très calmes pourrait tout autant inciter à l'insérer dans le *Nymphaeion* Oberdorfer 1957, DEN HARTOG et SEGAL (1964) rangent les groupements de renoncules aquatiques dans l'alliance du *Callitricho-Batrachion*.

La composition floristique de l'association nous incite à rattacher le *Ranunculetum aquatilis* au *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964, alliance que nous rapporterons au *Potametea* (MERIAUX 1981).

f. Synchorologie :

Les cartes de répartition de *Ranunculus aquatilis* (carte n°1) et du *Ranunculetum aquatilis* (carte n°10) lient l'espèce et le groupement aux régions

occidentales de notre territoire. L'aire d'installation de *Ranunculus aquatilis* cernée par DELVOSALLE, J. DUVIGNEAUD et LAWALREE préfigure celle de l'association qu'elle détermine. Ces botanistes précisent : "Europe médiane, vers le nord jusque dans le sud-est de la Suède et dans le sud de la Finlande ; se raréfie dans le sud et l'est du continent "...

En France le groupement avait déjà été relevé par MERIAUX (1977) dans les étangs du Bassin houiller Nord- Pas-de-Calais par WATTEZ (1968), à Helfaut et à St Aubin dans le Pas-de-Calais et il a été noté aussi dans le pays de Bray par FRILEUX (1977). En Allemagne, il est connu de HILBIG (1970) dans le Parc Naturel de "Untere Mulde" mais aussi de KRAUSE (1971) et de RUNGE (1973).

g. Synécologie :

L'association est surtout marquée par une variation saisonnière importante du plan d'eau, mais nous avons aussi constaté l'importance du facteur photique concrétisé par la nécessité de la pleine lumière pour le développement optimal.

Les eaux baignant la végétation à *Ranunculus aquatilis* sont eutrophes calciques ; à Fresnes-sur-Escaut le pH varie de 7,6 à 8,5 suivant les individus d'association.

Les pH relevés dans plusieurs biotopes s'échelonnent entre 6,6 et 9,5 les conductivités entre 267 et 2030 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$ à 20° ce qui indique la grande amplitude écologique du groupement. Les eaux peuvent être polluées (chlorures, matières organiques, sulfates).

Dans les mares prairiales où le substrat est constitué par des sables landéniens, des alluvions tourbeuses ou sableuses récentes ou des argiles yprésiennes, la minéralisation des débris végétaux se fait bien. Elle se traduit par un faible envasement. La minéralisation organique s'effectue toutefois moins bien au niveau de la variante à *Vaucheria* marquée par la présence d'une couche de vase beaucoup plus épaisse masquant le fond schisteux à granulométrie fine de nombreux étangs d'origine artificielle.

h. Syndynamique :

Le groupement à *Sparganium erectum* subsp. *erectum*, le *Glycerietum fluitantis* Wilzeck 1970 et le *Rorippo-Oenanthetum* Lohmeyer 1950 peuvent succéder au *Ranunculetum aquatilis*.

i. Faune associée :

Elle est riche et diversifiée : Insectes, Crustacés, Mollusques dominent mais les Batraciens jouent aussi un rôle important dans les biotopes de l'association.

2. L'ASSOCIATION A RANUNCULUS PELTATUS Schrank (tableau n°2)

a. Localisation : elle occupe les eaux peu profondes des mares prairiales et des fossés de l'Avesnois.

b. Synfloristique :

Organisation : La flore du groupement comporte 19 espèces, la moyenne par relevé est de 5. Le tableau n°2 montre outre la caractéristique d'association, 2 différentielles de sous-associations, 3 espèces des unités supérieures (*Potametalia* et *Potametea*) et 13 espèces compagnes dont plusieurs indiquent le sens de l'évolution de l'association.

Selon CLAPHAM, TUTIN et WARBURG (1962) il existerait 2 sous-espèces de Renoncule peltée : *Ranunculus peltatus* ssp. *pseudofluitans* (syme) C. COOK dans les eaux vives et *R. peltatus* ssp. *peltatus* dans les eaux stagnantes. C'est ce taxon qui peuplerait nos biotopes. *Ranunculus peltatus pseudofluitans* existe associé à *Callitriche hamulata* dans les eaux de la Moselle à Epinal (observation inédite MERIAUX, 1980). Il était également présent dans l'Avesnois, dans le bassin supérieur de l'Helpe majeure à Eppe Sauvage avant la construction du barrage du Val Joly (obs. GEHU).

Variation : Les mouvements de l'eau liés à l'existence de sources infra-aquatiques et les apports importants de substances organiques induisent l'apparition de *Callitriche platycarpa* et *C. hamulata*, différentielles d'une sous-association fréquente sur les pourtours des grandes mares.

Caractère de la flore : Le groupement comporte des subcosmopolites et des cosmopolites, mais *Ranunculus peltatus* noté par DE LANGHE et al. (1978) comme européenne et nord-africaine en constitue le "fond".

c. Syntaxonomie :

Le groupement à *Ranunculus peltatus* Schrank (= *Ranunculus peltatus* (Schrank) Syme) a été élevé au rang d'association par SEGAL (1967). Mais la synonymie avec le *Ranunculetum aquatilis* Sauer 1947 avancée par SEGAL et reprise par d'autres auteurs néerlandais comme WESTHOFF et DEN HELD (1969) paraît abusive. La répartition et la synécologie réciproque de *Ranunculus aquatilis* et de *Ranunculus peltatus* s'opposent en effet à cette conception. Nos investigations nous incitent à voir dans le *Ranunculetum peltati* une association vicariante du *Ranunculetum aquatilis* et donc à distinguer deux associations autonomes à répartition géographique et à écologie différente. Toutefois comme un doute taxonomique subsiste en raison de la localisation géographique des observations de SEGAL, (comme de celles de WEBER-OLDECOP les validant ultérieurement), un problème nomenclatural difficile reste posé en ce qui concerne le nom de *Ranunculetum peltati* Segal 1967).

d. Synsystématique :

La structure, la physionomie du *Ranunculetum peltati*, la biologie de sa caractéristique conduisent au même type de discussion qu'à propos du *Ranunculetum aquatilis* et à placer provisoirement ce groupement dans le *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964, alliance des *Potametea* en attendant une révision synsystématique des *Potametea* étayée sur des tableaux de synthèse convaincants.

e. Synchorologie :

L'association apparaît dans quelques points de la plaine de la Scarpe où elle coexiste avec le *Ranunculetum aquatilis* mais elle devient fréquente dans l'Avesnois, région où nous n'avons observé le *Ranunculetum aquatilis* qu'en un seul point. C'est d'ailleurs dans cette région que GEHU (1961) avait décrit des herbiers à renoncules aquatiques qu'il avait rattachés à l'époque au *Ranunculetum aquatilis*; en fait il est maintenant clair que ceux-ci appartenaient au *Ranunculetum peltati* auquel il convient de synonymiser le *Ranunculetum aquatilis* Géhu 1961. Dans le sud-est de notre région le *Ranunculetum*

peltati relaie donc le *Ranunculetum aquatilis*, il s'observe ensuite dans les Ardennes, mais aussi en Lorraine où DANGIEN et DECORNET (1977) l'ont étudié et où nous-mêmes l'avons remarqué.

Ranunculus peltatus semble beaucoup plus fréquente à l'est de l'Europe occidentale que *Ranunculus aquatilis* et DELVOSALLE et al. (1978) écrivent à son sujet : "Iles Britanniques (largement répandu), Scandinavie (littoral atlantique jusqu'au Cap Nord et littoral baltique), Europe occidentale et centrale, vers l'est jusque dans l'ouest de l'URSS, en Roumanie, en Grèce et en Crète, vers le sud jusqu'en Espagne méridionale, aux Baléares, en Sardaigne, en Sicile et à Malte, localités côtières isolées au Maroc et en Lybie".

L'association a été relevé aux Pays-Bas par SEGAL (1967) en Allemagne (Basse-Saxe) par WEBER-OLDECOP (1967) et WIEGLEB (1979).

La présence de *Ranunculus peltatus* dans les Iles Britanniques (CLAPHAM et al., 1962) laisse présumer de l'existence de l'association sur ce territoire.

f. Synécologie :

L'association se localise dans les mares prairiales de l'Avesnois, au substratum argileux. Les conductivités de leurs eaux varient de 201 à 370 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$ (à 20° C) - dans un fossé de drainage de la vallée de la Scarpe elles atteignaient cependant 1100 - et leur pH est compris entre 6,6 et 7,8. Ces mares servant d'abreuvoirs aux bovins leur enrichissement en matières organiques est notable dès le printemps.

Dans les Mardelles du Bassigny DANGIEN et DECORNET (1967) ont étudié l'écologie du *Ranunculetum peltati* qu'ils situent dans des eaux riches en sels minéraux (300 mg/l) et dont le pH est voisin de la neutralité (7,35). Ils ajoutent encore "la présence d'oxygène dissous immédiat en dehors de la période de végétation explique la bonne minéralisation des débris végétaux et le faible envasement", ce qui se retrouve dans nos stations de *Ranunculus peltatus*.

WIEGLEB (1978) situe l'association dans les eaux mésotrophes (C = 245 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$) de pH acide à basique (5,7 à 7,5), pauvres en calcium, non polluées ($\text{NH}_4^+ = 0,16 \text{ mg/l}$).

KOHLER (1976) dans ses travaux, montrant les liens étroits entre qualité des eaux et macroflore submergée, classe *Ranunculus peltatus* parmi les espèces oligotrophes, à la limite mésotrophes, et l'associe à *Myriophyllum alterniflorum* dans les eaux pauvres en calcaires.

g. Syndynamique :

L'évolution de l'association peut se faire vers le *Glycerietum fluitantis* Wilzek 1970, le *Rorippo-Oenanthetum* Lohmeyer 1950, les groupements à *Glyceria declinata* et *Agrostis stolonifera*, à *Glyceria fluitans* et *Alopecurus geniculatus* et à *Alisma plantago-aquatica*.

h. Faune associée :

Elle est en tous points comparable à celle du *Ranunculium aquatilis*.

3. L'ASSOCIATION A RANUNCULUS BAUDOTII Godron (tableau n° 3)

a. Localisation : elle est développée dans les eaux peu profondes des abreuvoirs et des fossés de drainage de la plaine alluviale picarde ou même les plans d'eaux artificiels comme le lac d'Armbouts-Cappel de la plaine maritime flamande.

b. Synphysionomie : elle réalise des "taches" ou des ceintures homogènes dans les biotopes où elle s'installe.

c. Synfloristique :

Organisation : Parmi les espèces du tableau n° 3 se remarquent :

- la caractéristique d'association *Ranunculus baudotii* qui forme souvent faciès,
- une espèce des unités supérieures *Ruppia cirrhosa*,
- des plantes relevant de la classe des *Potametea* mais résistantes aux teneurs élevées de ClNa (*Zannichellia palustris*, *Potamogeton pectinatus*),
- des héliophytes marquant le sens de l'évolution de l'association, comme *Scirpus maritimus*.

Variations : Sur les fonds sableux peu profonds, constamment remaniés par l'activité animale (Anatidés) se développe une variante à *Tolypella glomerata* (lac d'Armbouts-Cappel).

Caractères de la flore : Outre les subcosmopolites et les cosmopolites au taux de représentation élevée, une halophyte européenne (= atlantique

méditerranéenne) participe à l'association mais il s'agit de la caractéristiques, *Ranunculus baudotii*.

d. Syndynamique :

Les végétations à *Ranunculus baudotii* peuvent se rapporter au *Ranunculetum baudotii* Braun-Blanquet 1952 (= *Callitricho-Ranunculetum baudotii* (Braun-Blanquet 1951) Den Hartog et Segal 1963).

e. Synsystématique :

Cette association appartient probablement à l'alliance *Ruppion maritimae* Braun-Blanquet 1931, classe des *Ruppiaetea maritimae* J. Tüxen 1960, qui regroupe les végétations d'hydrophytes aquatiques des dépressions littorales subsaumâtres à saumâtres. Cependant les Hollandais WESTHOFF et DEN HELD 1969 classant le *Ranunculetum baudotii* dans le *Callitricho-Batrachion*, il faudra ici encore attendre une synthèse monographique de ces classes pour se faire une opinion décisive.

f. Synchorologie :

La répartition est fonction de celle de sa caractéristique, espèce inféodée aux biotopes halophiles et par conséquent à la frange littorale de notre région.

L'aire générale de l'association correspond à celle de l'espèce définie par COOK : littoral des Iles Britanniques, de la Mer Baltique et du Danemark (absent de Norvège), et de l'Atlantique depuis le Danemark jusqu'au Maroc septentrional ; littoral méditerranéen européen vers l'est jusque dans les Iles de la Mer Egée ; quelques localités continentales (Lorraine, Sarre et Autriche).

g. Synécologie :

Les groupements à *Ranunculus baudotii* ont été relevés dans des hydrotopes alcalins (pH de 7,5 à supérieur à 9) aux conductivités des eaux très variables (288 à 8686 $\mu\text{mhos/cm/cm}^2$ à 20°), mais généralement élevée, les valeurs élevées traduisant en fait des teneurs importantes en chlorure de sodium.

h. Syndynamique :

L'atterrissement de l'association se fait par l'intermédiaire du *Scirpetum maritimi* (Braun-Blanquet 1931) R. Tüxen 1937 (mare du Crotoy) ou du

Scirpetum tabernaemontani Passarge 1964 (lac d'Armbouts-Cappel).

i. Faune associée :

Au niveau des mares prairiales nous avons remarqué un nombre élevé de Sangsues (*Hirundo medicinalis*) et de Notonectes (*Notonecta glauca*).

Dans le lac d'Armbouts-Cappel l'association sert de frayère aux Rotangles (*Scardinius erythrophthalmus*), Gardons (*Rutilus rutilus*), Brèmes (*Abramis brama*); dans les secteurs les moins profonds Epinoches (*Gasterosteus aculeatus*) et Epinochettes (*Pygosteus pungitius*) y installent leurs nids.

4. COMPARAISON ENTRE LES TROIS ASSOCIATIONS

L'examen du tableau synthétique de présence (tableau n°4) et du tableau synécologique comparatif (tableau n° 5) révèle un certain nombre de similitudes entre le *Ranunculetum aquatilis* et le *Ranunculetum peltati*. Ces similitudes s'expriment au niveau :

- des biotopes
- de la symphysionomie
- des variations floristiques
- de la syndynamique
- de la faune associée

Pourtant les caractères synécologiques et chorologiques de ces 2 associations divergent. Le *Ranunculetum aquatilis* possédant une grande amplitude écologique et plus lié à des eaux fortement minéralisées paraît mieux résister aux pollutions non seulement organiques mais encore minérales et même toxiques. Cette comparaison conforte donc l'hypothèse de la séparation du *Ranunculetum aquatilis* et du *Ranunculetum peltati* en 2 associations distinctes, vicariantes écologiques et géographiques, la première à distribution plus atlantique-subatlantique, la seconde à répartition plus continentale. Quant au *Ranunculetum baudotii* il se substitue progressivement au *Ranunculetum aquatilis* dans les biotopes subsaumâtres à saumâtres du littoral (carte n°10).

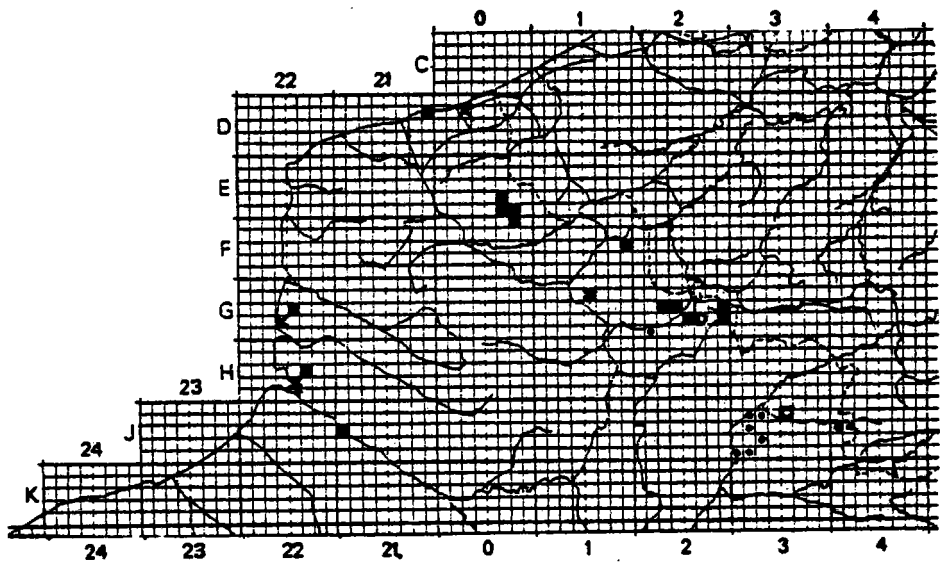
Ses relations éventuelles vis-à-vis du *Ranunculetum peltati* seraient à étudier aux abords des sites salinifères continentaux (en Lorraine par exemple où *Ranunculus baudotii* est fréquent.

CONCLUSION

L'inventaire des espèces du sous)genre *Batrachium* mené dans le nord-ouest de la France a permis de mieux connaître leur distribution géographique et de distinguer nettement deux associations longtemps jugées synonymes : le *Ramunculetum aquatilis* et le *Ramunculetum peltati*, vicariantes géographiques et écologiques. Les études annexes conduites lors de cet inventaire ont contribué à définir :

- les liens existants entre le *Ramunculetum aquatilis* et le *Ramunculetum baudotii*, association se substituant à la première dans les eaux subsaumâtres à saumâtres du littoral ;

- les caractères phytosociologiques de l'ensemble des espèces identifiées dans la dition (tableau n°6).



Distribution du *RANUNCULETUM AQUATILIS*, du *RANUNCULETUM BAUDOTII* et du
RANUNCULETUM PELTATI dans le Nord de la France
 (carte n° 10)

- *Ranunculetum aquatilis*
- × *Ranunculetum baudotii*
- *Ranunculetum peltati*
- présence simultanée du *Ranunculetum aquatilis*
 et du *Ranunculetum peltati*

BIBLIOGRAPHIE

- BOLOS, O. (de), MOLINIER, R. et J. MONTSERRAT, 1970. - Observations phytosociologiques dans l'Ile de Minorque. *Acta geobot. Barcinor.*, 5 : 1-150. Barcelona.
- CLAPHAM, A.R., TUTIN, T.G. et E.F. WARBURG, 1962. - Flora of the British Isles. 1269 pp. + Illustrations I, II, III, IV. Cambridge University Press.
- COOK, C.D.K., 1966. - A Monography Study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (DC.) A. Gray. *Mitteil. Botan. Staatssamml.*, 6 : 47-237. München.
- CORILLION, R., 1957. - Les Charophycées de France et d'Europe occidentale. Imp. Bretonne, 499 pp. Rennes.
- DANGIEN, B. et J.M. DECORNET, 1977. - Aperçu phytosociologique des groupements aquatiques et semi-aquatiques des mardelles du Bassigny. *Doc. phytos.*, N.S. I : 51-70. Lille.
- DE LANGHE, J.E., DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J. et C. VANDEN BERGHEN, 1978. - Nouvelle flore de Belgique, du Grand Duché du Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines (Ptéridophytes et Spermatophytes). Ed. Patrim. Jard. bot. nat. de Belgique, 821 pp. Bruxelles.
- DELVOSALLE, L., DUVIGNEAUD, J. et A. LAWALREE, 1970. - A propos de la détermination des Renoncules aquatiques et de leur distribution en Belgique. *Natura Mosana*, 23 : 5-22. Marchienne-au-Pont.
- FRILEUX, P.N., 1977. - Les groupements végétaux du Pays de Bray (Seine Maritime et Oise - France). Thèse Doct. Etat I : 209 pp. et II : 48 tab. Rouen.
- GEHU, J.-M., 1961. - Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. Thèse Doct. Etat en Pharmacie, Lille 1959, *Vegetatio*, 10 : 69-148, 161-209, 257-372. Den Haag.
- GRIGORE, S., 1971. - Vegetatia aquatica si palustre dui zonea de inter. Timis Bega. *St. si. Cerc. Biol. ser. botan.*, 23 : 13-45. Bucarest.
- HARTOG, C. Den et S., SEGAL, 1964. - A new classification of waterplant communities. *Acta Bot. Neerl.* 13 : 367-393.
- HASLAM, S.M., 1978. - River plants, 396 pp. Cambridge University Press.
- HILBIG, W., 1970. - Die Wasser-und Sumpfpflanzengesellschaften im Naturschutzgebiete. "Untere" Mulde". *Natursch. u. naturkdl. Heimatforsch. Bez.*, 7 : 66-81. Halle u. Magdeburg.
- HILBIG, W., 1971. - Übersicht über die Pflanzengesellschaften des Südlichen Teiles der D.D.R. I. Die Wasserpflanzengesellschaften. *Hercynia*, N.F. 8 : 4-33. Leipzig.
- HORST, K., KRAUSCH, H.D. et W.R. MULLER-STOLL, 1966. - Die Wasser-und Sumpfpflanzengesellschaften im Elb-Havel-Winkel. *Limnologica*, 4 : 101-163. Berlin.

- KNAPP, R. et A.L. STOFFERS, 1962. - Über die Vegetation von Gewässern und Ufern im mittleren Hessen und Untersuchungen über den Einfluss von Pflanzen auf Sauerstoffgehalt, Wasserstoff Ionen-Konzentration und die Lebensmöglichkeit anderer Gewächse. *Ber. Oberhess. Ges. Natur.-u. Heilk.*, 90-171. Giessen.
- KOHLER, A., 1976. - Makrophytische Wasserpflanzen als bioindikatoren für belastungen von Fließgewässer-ökosystemen. *Verh. Ges. Okol.*, 1 : 255-276. Wien.
- KRAUSE, W., 1971. - Die makrophytische Wasservegetation der Südlichen Oberrheinaue. Die Aschenregion. *Arch. Hydrobiol.*, suppl. 37 : 387-465. Stuttgart.
- MERIAUX, J.-L., 1978. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France. (vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais). Thèse Doct. 3ème cycle, Metz, 1977. *Doc. Phytos.*, N.S. III: 1-244, Lille.
- MERIAUX, J.-L., 1979. - Bilan phyto-écologique à des fins d'aménagement d'un étang nouvellement créé : l'exemple d'Armbouts-Cappel (Nord). *Doc. Phytos.*, N.S. IV : 707-729. Lille.
- MERIAUX, J.-L., - La classe des *Potametea* dans le nord-ouest de la France. *Colloques phytosociologiques X. Les végétations aquatiques et amphibies* Lille 1981.
- OBERDORFER, E., 1970. - Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. Ulmer, 3ème éd., 987 pp. Stuttgart.
- OBERDORFER, E., 1977. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil. I, G. Fischer Verlag, 311 pp. Stuttgart.
- OBERDORFER, E., GÖRS, S., KORNECK, D., LOHMEYER, W., MÜLLER, Th., PHILIPPI, G. et P. SEIBERT, 1967. - Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen- und Gefässkryptogamen-Gesellschaften. *Ein Diskussionsentwurf Schriftenreihe für Vegetationskunde*, 2 : 6-62. Bad Godesberg.
- PASSARGE, H., 1964. - Pflanzengesellschaften des Nordostdeutschen Flachlandes. I. *Pflanzensoziologie*, 13, 324 pp. Jena.
- POTT, R., 1980. - Die Wasser- und Sumpfvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht- Pflanzensoziologische und Hydrochemische untersuchungen. *Abh. Landesmus. Naturk* 42(2) : 1-156. Münster.
- RUNGE, F., 1973. - Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. *Aschendorff Verlag*, 246 p. Münster.
- SAUER, F., 1945. - Einiger Wasserpflanzengesellschaften au Tümpeler und Gräben in Nord Frankreich (Pas-de-Calais). *Arch. Hydrobiol.*, 41 : 5-13. Stuttgart.
- SEGAL, S., 1967. - Some notes on the ecology of *Ranunculus hederaceus* L. *Vegetatio*, 15 : 1-26. Den Haag.
- TÜXEN, R., 1975. - Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens. Entwurf für eine Übersicht der niedersächsischen Pflanzengesellschaften und ihrer Schutzbedürftigkeit. *Amicale Phytos.*, Session Allemagne du Nord, 31 p.

- WATTEZ, J.R., 1968. - Contribution à l'étude des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. Thèse Doct. Etat en Pharmacie, 367 p. + 74 tab. Lille.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1969. - Wasserpflanzengesellschaften im Östlichen Niedersachsen. *Diss. tech. Un.*, 172 p. Hannover.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1970-71. - Wasserpflanzengesellschaften im Östlichen Niedersachsen II, *Internat. Rev. ges. Hydrobiol.*, 55 : 913-917, 56 : 79-122. Berlin.
- WESTHOFF, V. et A.J. DEN HELD, 1969. - Planten Gemeenschappen in Nederland. B.V.W.J., Thieme et Cie, 324 p. Zutphen.
- WIEGLEB, G., 1978. - Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophyten-vegetation in stehenden Gewässern. *Arch. Hydrobiol.*, 83 : 443-484. Stuttgart.
- WIEGLEB, G., 1979. - Vegetation und Umweltbedingungen der Oberharzer Stauteiche heute und in Zukunft. Vorläufige. Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Niedersächsischen Fließgewässer. *Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen*, 10, 122 p. Hannover.

DISCUSSION

- G. WIEGLEB. - Avez-vous trouvé *R. aquatilis* dans des eaux courantes ?
- J.-L. MERIAUX. - Je l'ai découverte une seule fois dans l'Avesnois, j'ai aussi relevé *Ranunculus peltatus* dans des eaux courantes en Moselle (avec *Callitriche hamulata*).
- R. SCHUMACKER. - Avez-vous des différences écologiques entre *R. fluitans* et *R. penicillatus* ? (au niveau de la qualité des eaux).
- J.-L. MERIAUX. - *Ranunculus penicillatus* et *R. fluitans* ont en effet non seulement une distribution mais aussi une écologie différente. *Ranunculus penicillatus* se rencontre dans des eaux méso-eutrophes dans les rivières de l'Artois alors que *Ranunculus fluitans* se développe dans des eaux plus eutrophes souvent chargées en matières minérales et organiques, ceci est le cas pour les rivières de l'Avesnois, des Ardennes et de l'Alsace.
- R. SCHUMACKER. - Dans le massif ardennais (Belgique) *R. penicillatus* reste localisé aux ruisseaux et rivières oligo-mésotrophes non pollués par une charge organique. Par contre *R. fluitans* prospère, parfois avec exubérance, dans certaines rivières comme l'Amblève inférieure fortement polluée par des charges organiques en provenance de laiterie et de tannerie.

TABLEAU n° 1 : *RAISONNEMENT AQUATILIS* Sauer (1945) 1947

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Classe de présence	
Relevé n°	0,40			0,80		0,30	0,60	0,30	0,05	0,15	0,40	0,5	0,30	0,60	1	0,30	0,20	0,30	0,25	0,10		
Profondeur en m	2	10	10	1	1	2	2	5	4	2	2	0,5	1	1	2	1	1	2	5	1		
Surface en m ²	100			100	70	100	80	90	100	100	100	80	100	100	100	90	90	80	100	100		
Recouvrement en %	16			14	17	15	21	19	13	12	17	12	12	15	16	15	16	16	16	17		
Température de l'eau en °C	20,30			5,86	6,76	11,33	4,98	10,01	11,17	10,50	26,7	39,4	9,32	10,50	9,53	9,17	6,84	9,20	11,60	11,85		
Conductivité en µmhos/cm/cm ² à 20°	7,5			7,2	6,9	7	9,5	7,8	8,1	7,6	6,7	6,6	6,9	6,6	6,6	6,6	7,5	6,6	8,3	8,5		
pH				0,05		0,1				0,05			0,07				0,05					
Salinité en ‰																						
Nombre d'espèces	2	7	9	4	4	4	5	7	7	5	6	4	3	8	7	7	5	7	5	8		
Caractéristique d'association : <i>Ranunculus aquatilis</i>	55	44	31	55	34	55	33	45	55	55	45	55	55	44	45	45	44	45	32	33	V ²⁵	
Différentielles de s./association : <i>Callitriche platycarpa</i> <i>Callitriche humulata</i>												+2	r	11	22	13	23	+	23	12	III ^{r4} I ⁺³	
Différentielles de variantes : <i>Vaucheria dichotoma</i> <i>Chara vulgaris</i> var. <i>longibracteata</i> <i>Vaucheria geminata</i> <i>Chara globularis</i>									45	55										55	55	I ⁴⁵ I ²¹
Espèces des <i>Potamoetea</i> : <i>Ranunculus trichophyllus</i> <i>Potamogeton crispus</i> <i>Zosterella palustris</i> <i>Callitriche obtusangula</i> <i>Elodea canadensis</i> <i>Hottonia palustris</i> <i>Potamogeton densus</i> <i>Potamogeton pectinatus</i> <i>Ranunculus penicillatus</i> <i>Ranunculus peltatus</i> <i>Utricularia neglecta</i>				i		+	44	+2		+2					13					11	11	II ⁺² I ⁺¹ I ⁺¹ I ⁺¹ I ⁺¹ I ⁺¹ I ² + + + +
Espèces compagnes : <i>Lemna minor</i> <i>Ranunculus sceleratus</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Alisma plantago-aquatica</i> <i>Spirogyra</i> sp. <i>Norippa amphibia</i> <i>Glyceria fluitans</i> <i>Oenanthe aquatica</i> <i>Lemna trisulea</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Glyceria declinata</i>		+3			34	12			11	i			12			+			11			II ⁺³ I ¹ I ^{r2} I ⁺¹ I ⁺³ I ⁺¹ I ¹ I ⁺¹ + + + +
Accidentelles :	0	1	4	0	0	0	1	0	2	1	1	0	0	2	0	1	0	2	0	2	2	

Espèces accidentelles : rel. n° 2 : *Cicuta virosa* + ; rel. n° 3 : *Ranunculus acris* 2], *Sium erectum* +, *Drepanocladus fluitans* +, *Equisetum palustre* + ; rel. n° 9 : *Rumex maritimus* 23°, *Sparganium erectum* 23° ; rel. n° 10 : *Rumex palustris* 12 ; rel. n° 11 : *Zygnema* sp. 44 ; rel. n° 14 : *Austurtium officinale* r, *Veronica anagallis-aquatica* + ; rel. n° 16 : *Juncus supinus* 23 ; rel. n° 18 : *Juncus supinus* 11 ; rel. n° 20 : *Rumex maritimus* 11, *Sparganium emersum* 12.

Localisation des relevés : rel. n° 1 : Mare, Condé sur l'Escaut (59), 3/5/1977 ; rel. n° 2 : Mare prairiale, Arques (62), 2/5/1941 (SAUER) ; rel. n° 3 : Mare prairiale, St-Omer (62), 31/5/1941 (SAUER) ; rel. n° 4 : Mare prairiale, Caestre (59), 12/5/1978 ; rel. n° 5 : Etang du Calvaire du Julilé, Thivencelles (59), 12/6/1976 ; rel. n° 6 : Mare prairiale, Madyck (62), 30/4/1978 ; rel. n° 7 : Mare prairiale, Espagnette (80), 5/5/1978 ; rel. n° 8 : Etang du Marais de Carvin, Carvin (62), 9/6/1975 ; rel. n° 9 : Etang, route de Vicq, Fresnes-sur-Escaut (59), 12/6/1976 ; rel. n° 10 : Etang, route de Vicq, Fresnes-sur-Escaut (59), 12/6/1976 ; rel. n° 11 : Mare prairiale, Landrethun (62), 30/4/1978 ; rel. n° 12 : Mare prairiale, Dompierre (59), 25/5/1978 ; rel. n° 13 : Mare prairiale, Flêtre (59), 12/5/1978 ; rel. n° 14 : Mare du Stadium nord, Villeneuve d'Ascq (59) ; rel. n° 15 : Mare du Stadium nord, Villeneuve d'Ascq (59) ; rel. n° 16 : Etang du Prussien, Raismes (59), 19/5/1978 ; rel. n° 17 : Mare prairiale, Le Steen'je (59), 12/5/1978 ; rel. n° 18 : Etang du Prussien, Raismes (59), 19/5/1978 ; rel. n° 19 : Etang, route de Vicq, Fresnes-sur-Escaut (59), 27/7/1975 ; rel. n° 20 : Etang, route de Vicq, Fresnes-sur-Escaut (59), 12/6/1976 ; rel. n° 7 : hybride entre *Ranunculus baudotii* et *R. aquatilis* ou *R. trichophyllus*.

TABLEAU n° 2 : *RANUNCULETUM PELTATI* Segal 1967

Relevé n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Classe de présence
Profondeur en m	0,60	0,60	0,40	0,50	0,30	0,30	0,60	0,40	0,20	
Surface en m ²	2	2	1	1	1	1	5	2	0,50	
Recouvrement en %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Température de l'eau en °C	10,5	17	13,5	15	15	15	15	10	10	
Conductivité en µmhos/cm/cm ² à 20°	201	370	185	343	334	329	1100	320	230	
pH	6,6	6,6	7,2	7,5	7,5	6,9	7,8	6,6	6,7	
Nombre d'espèces	6	6	5	3	4	3	7	5	8	
<hr/>										
Caractéristique d'association : <i>Ranunculus peltatus</i>	55	55	45	44	45	+	44	44	45	V ⁺
Différentielles de s./association :										
<i>Callitriche platycarpa</i>				35	33	55	22	13	23	IV ⁺
<i>Callitriche hamulata</i>								23		II ⁺
Espèces des Potametea :										
<i>Elodea canadensis</i>			12				+			II ⁺
<i>Callitriche obtusangula</i>							12			I ⁺
<i>Utricularia</i> sp.								+		I ⁺
Espèces compagnes :										
<i>Glyceria fluitans</i>		+	12					12		II ⁺
<i>Galium palustre</i>	12		+						+2	II ⁺
<i>Agrostis stolonifera</i>	12			+					12	II ⁺
<i>Rorippa amphibia</i>	+						11		+	II ⁺
<i>Spirogyra</i> sp.		+2			13	23				II ⁺
<i>Myosotis scorpioides</i>	12								12	II ⁺
<i>Lemna minor</i>		+	44							II ⁺
<i>Calliargonella cuspidata</i>		+2							+2	II ⁺
<i>Lemna trisulca</i>		13								I ⁺
<i>Glyceria declinata</i>					11					I ⁺
<i>Oenanthe aquatica</i> fo. <i>submersa</i>							22			I ⁺
<i>Ranunculus sceleratus</i>							11			I ⁺
<i>Drepanocladus aduncus</i>									+2	I ⁺

Localisation des relevés :

relevé n° 1 : Mare prairiale, Maroilles (59), 25/5/1978 ; rel. n° 2 : Mare prairiale, Bergues-sur-Sambre (59), 18/5/1978 ; rel. n° 3 : Mare prairiale, Landrecies (59), 18/5/1978 ; rel. n° 4 : Mare prairiale, Bergues-sur-Sambre (59), 18/5/1978 ; rel. n° 5 : Mare prairiale, Bergues-sur-Sambre (59), 18/5/1978 ; rel. n° 6 : Mare prairiale, Bergues-sur-Sambre (59), 18/5/1978 ; rel. n° 7 : Chenal de drainage, Rieulay (59), 18/5/1978 ; rel. n° 8 : Mare prairiale, Maroilles (59), 21/6/1978 ; rel. n° 9 : Mare prairiale, Maroilles (59), 18/5/1978.

TABLEAU n° 3 : *RANUNCULETUM BAUDOTII* Braun-Blanquet 1952

Relevé n°	1	2	3	4	5	6	Classe de présence	
Profondeur en m	0,20	0,40	0,20		1	0,05		
Surface en m ²	2	2	2	20	1	2		
Recouvrement en %	100	80	95	90	90	50		
Température de l'eau en °C	20		23		15,5	15,8		
Conductivité en µmhos/cm/cm ² à 20°				8686	1200	1150		
pH	7,5		7,5	9	9	8,1		
Nombre d'espèces	4	7	10	4	5	6		
Caractéristique d'association :								
<i>Ranunculus baudotii</i>	55	23	55	44	45	34		V ²⁵
<i>Ranunculus baudotii</i> x <i>R. aquatilis</i>							I ¹	
<i>Ranunculus baudotii</i> / ?			11				I ¹	
<i>Ranunculus baudotii</i> x <i>R. trichophyllus</i>							I ⁺	
Différentielle de variante :								
<i>Tolypella glomerata</i>						+2	I ⁺	
Espèce des Ruppiaetea :								
<i>Ruppia cirrhosa</i>	+	+	11				III ⁺¹	
Espèces compagnes :								
<i>Agrostis stolonifera</i> fo. <i>submersa</i>	r	11	23			+	IV ⁺²	
<i>Oenanthe aquatica</i> fo. <i>submersa</i>		44	+				II ⁺⁴	
<i>Potamogeton pectinatus</i>					22	11	II ¹²	
<i>Potamogeton pusillus</i>					12	11	II ¹	
<i>Zannichellia palustris</i> subsp. <i>palustris</i>					12	12	II ¹	
<i>Scirpus maritimus</i>	r						II ^r	
<i>Phragmites australis</i>		11					I ¹	
<i>Galium palustre</i>		12					I ¹	
<i>Rumex crispus</i>		r					I ^r	
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>nataans</i>			r				I ^r	
<i>Oenanthe lachenalii</i> fo. <i>submersa</i>			r				I ^r	
<i>Agropyron repens</i>			r				I ^r	
<i>Eleocharis palustris</i>			+2				I ⁺	
<i>Glyceria plicata</i>			+				I ⁺	
<i>Ranunculus trichophyllus</i>				12			I ¹	
<i>Callitriche</i> sp.				+2			I ⁺	
<i>Scirpus lacustris</i>				11			I ¹	
<i>Vaucheria</i> sp.					11		I ¹	

Localisation des relevés :

relevé n° 1 : Chenal de drainage, Crotoy (80), 31/5/1978 ; rel. n° 2 : Chenal de drainage, Crotoy (80), 31/5/1978 ; rel. n° 3 : Mare prairiale, Crotoy (80), 31/5/1978 ; rel. n° 4 : Abreuvoir de prairie, Berck (62), 5/1978 ; rel. n° 5 : Lac, Arbouts-Cappel (59), 6/1978 ; rel. n° 6 : Lac, Arbouts-Cappel, (59), 6/1978.

TABLEAU n° 4 : *RANUNCULETUM BAUDOTII*, *RANUNCULETUM AQUATILIS*, *RANUNCULETUM PELTATI*

	1	2	3
Caractéristiques d'associations :			
CA <i>Ranunculus baudotii</i>	v25		
<i>Ranunculus baudotii</i> $\left\{ \begin{array}{l} ? \\ ? \\ ? \end{array} \right.$ <i>R. aquatilis</i> <i>R. trichophyllus</i>	I ¹	+	
CA <i>Ranunculus aquatilis</i>		v25	
CA <i>Ranunculus peltatus</i>			v+5
Différentielles de sous-association :			
<i>Callitriche platycarpa</i>	I ⁺ (?)	III ²⁴	IV ¹⁵
<i>Callitriche hamulata</i>		I ⁺³	I ²
Différentielles de variante :			
<i>Tolypella glomerata</i>	I ⁺		
<i>Vaucheria dichotoma</i>		I ⁴⁵	
<i>Chara vulgaris</i>		I ^{r1}	
<i>Vaucheria geminata</i>		I ³	
<i>Chara globularis</i>		+2	
Espèces des Potamoetea :			
<i>Zannichellia palustris</i>	II ¹	I ⁺¹	
<i>Potamogeton pectinatus</i>	II ¹²	I ²	
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	I ¹	+2	
<i>Elodea canadensis</i>		I ⁺⁴	
<i>Callitriche obtusangula</i>		I ⁺¹	II ⁺²
<i>Potamogeton pusillus</i>	II ¹		I ¹
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>natanans</i>	I ²		
<i>Hottonia palustris</i>		I ⁺¹	
<i>Utricularia australis</i>		+2	
<i>Potamogeton densus</i>		+2	
<i>Ranunculus penicillatus</i>		+2	
<i>Utricularia</i> sp.			+
Espèces des Ruppiaetea :			
<i>Ruppia cirrhosa</i>	III ⁺¹		
Autres espèces :			
<i>Agrostis stolonifera</i>	IV ²²	I ^{r2}	II ⁺
<i>Oenanthe aquatica</i>	II ⁺⁴	I ⁺¹	I ²
<i>Spyrogyra</i> sp.	II ⁺²	I ⁺³	
<i>Galium palustre</i>	I ¹	+	
<i>Lama minor</i>		II ⁺³	II ⁺⁴
<i>Glyceria fluitans</i>		I ¹	II ⁺¹
<i>Rorippa amphibia</i>		I ⁺¹	II ⁺¹
<i>Glyceria declinata</i>		I ¹	I ¹
<i>Ranunculus sceleratus</i>		I ⁺	I ¹
<i>Lama trisulca</i>		I ⁺	I ¹
<i>Drepanocladus aduncus</i>		I ⁺²	I ⁺
<i>Phragmites australis</i>	I ¹		
<i>Glyceria plicata</i>	I ⁺		
<i>Oenanthe tashenalii</i>	I ^r		
<i>Eleocharis palustris</i>	I ⁺		
<i>Scirpus maritimus</i>	I ^r		
<i>Scirpus lacustris</i>	I ¹		
<i>Agropyron repens</i>	I ^r		
<i>Rumex crispus</i>	I ^r		
<i>Vaucheria</i> sp.	I ¹		
<i>Juncus supinus</i>		I ⁺¹	
<i>Alisma plantago-aquatica</i>		+	
<i>Mentha aquatica</i>		+	
<i>Cicuta virosa</i>		+	
<i>Sium erectum</i>		+	
<i>Sparganium erectum</i> subsp. <i>erectum</i>		+	
<i>Ranunculus acer</i>		+	
<i>Equisetum palustre</i>		+	
<i>Zygnema</i> sp.		+4	
<i>Vaucheria</i> sp.		+3	
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>		+	
<i>Nasturtium officinale</i>		+2	
<i>Myosotis scorpioides</i>		+	
<i>Callitergonella cuspidata</i>			II ⁺¹
<i>Drepanocladus fluitans</i>			II ⁺
			+
Nombre total d'espèces	23	39	19

TABLEAU n°6 : LES ESPECES DU SOUS-GENRE *BATRACHIUM* ET LEUR SIGNIFICATION SYN-
SYSTEMATIQUE

RANUNCULUS AQUATILIS L.

Caractéristique du *Ranunculetum aquatilis* Sauer (1945) 1947 (A₁)

RANUNCULUS BAUDOTII Godron

Caractéristique du *Ranunculetum baudotii* Braun-Blanquet 1952 (A₂)
et du *Callitricho-Ranunculetum baudotii* (Braun-Blanquet 1951)
em. Molinier et Tallon 1969
(=*Callitricho-Ranunculetum baudotii* (Braun-Blanquet 1951)

RANUNCULUS CIRCINATUS Sibth

Caractéristique des *Potametea*
Optimum dans le *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926 (A₁)

RANUNCULUS FLUITANS Lamk

Caractéristique du *Ranunculion fluitantis*
Optimum dans le *Ranunculo(fluitanti)-Sietum erecto-submersi* (Roll 1939) Th. Müller
et le *Potamo-Ranunculetum fluitantis* W. Koch 1926 1962

RANUNCULUS HEDERACEUS L.

Caractéristique du *Ranunculetum hederaceae* (R. Tüxen et Diemont 1936)
Libbert 1940 (A₄)

RANUNCULUS FELTATUS Schrank

Caractéristique du *Ranunculetum peltati* (Segal 1967)

fo. fluviatilis

différentielle du *Callitricho (hamulatae)-Myriophylletum alterniflori*
(Steusloff 1933) Weber-Oldecop 1967 (A₂)

RANUNCULUS PENICILLATUS (Dumortier) Babington et *R. PENICILLATUS* (Dumortier)
Babington var. *calcareus*

Caractéristique du *Ranunculion fluitantis*
Optimum dans le *Ranunculo(penicillati)-Sietum erecto-submersi* Mériaux 1981
et le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962

RANUNCULUS TRICHOPHYLLUS Chaix in Villars

Caractéristique des *Potametea*
Optimum dans les phytocoenoses du *Nymphaeion* et du *Callitricho-Batrachion*

fo. fluviatilis

Caractéristique du *Ranunculion fluitantis*
Optimum dans le *Ranunculo(penicillati)-Sietum erecto-submersi* ass. nov.
et le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962

RANUNCULUS TRIPARTITUS DC.

Caractéristique du *Ranunculetum peltati* (A₁)
A₁ - *Callitricho-Batrachion* Den Hartog et Segal 1964 } *Potametea* R. Tüxen et Preising 1942
A₂ - *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959 }
A₃ - *Ruppion maritima* Braun-Blanquet 1931 *Ruppietea* J. Tüxen 1960
A₄ - *Cardamino-Montio* Braun-Blanquet 1925 *Montio-Cardaminetea*
Braun-Blanquet et R. Tüxen 1943

DONNEES SUR LE CALLITRICHETUM OBTUSANGULAE Seibert 1962
(Synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée)

par J.-L. MERIAUX (1) et P. VERDEVOYE (2)

(1) Laboratoire de Botanique
Université de Lille I
59650 Villeneuve d'Ascq

et Institut européen d'Ecologie
1, rue des Récollets
57000 Metz

(2) Service régional d'Aménagement
des Eaux, Région Nord-Pas-de-Calais
Cité administrative
59000 Lille

RESUME

Le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 a été étudié dans le nord-ouest de la France.

Ce travail, comportant 138 relevés et 44 analyses physico-chimiques, a permis de définir de façon précise la structure de l'association, sa composition floristique avec ses variations, son écologie, sa chorologie, son dynamisme et sa faune associée.

SUMMARY

Study of *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 in North-West of France with 138 relevés and 44 physical and chemical analysis : structure, floristical composition, variation, chorology, dynamism and associated faun.

ZUSAMMENFASSUNG

Der *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 wurde in Nord-West Frankreich studiert.

Diese Arbeit, die 138 Aufnahmen und 44 physichemische Analysen umfasst, erlaubte die Struktur der Assoziation, die floristische Zusammensetzung mit den vorkommenen Variationen, die Oekologie, die Chorologie, die Dynamik und die teilnehmende Fauna genau zu bestimmen.

INTRODUCTION

Les callitriches occupent une place très importante dans les écosystèmes d'eaux courantes et d'eaux stagnantes de l'Europe occidentale. Deux espèces sont particulièrement répandues: *Callitriche platycarpa* et *C. obtusangula*. Cette dernière caractérise une association mal connue et pourtant très commune décrite en 1962 par SEIBERT le *Callitrichetum obtusangulae*. L'un d'entre nous (MERIAUX 1978) a étudié cette association dans la dition mais sur une aire restreinte et en se limitant aux biotopes des eaux stagnantes ou faiblement courantes, nous l'avons étendu à l'ensemble du nord-ouest de la France (départements du Nord, Pas-de-Calais, Somme et Aisne) et aux différents milieux afin d'en définir précisément les caractères stationnels, la composition floristique et ses variations, l'écologie, la chorologie, le dynamisme, les groupements en contact et la faune associée.

1 - LOCALISATION

L'association se rencontre dans les rivières et ruisseaux, les watergangs, les mares prairiales alimentées par des sources infra-aquatiques, dans des chenaux de communication d'étangs de vallées et au niveau des griffons d'alimentation de ces étangs.

2 - SYMPHYSIONOMIE

Les eaux vives des rivières recèlent l'association sous une forme submergée, les rosettes de *Callitriche obtusangula* ainsi que celles de *Callitriche platycarpa* demeurant constamment immergées et persistant souvent en hiver.

Dans les eaux peu profondes au courant faible, à proximité des sources *Callitriche obtusangula* possède de vigoureuses rosettes flottantes, qui contigues, forment de véritables tapis, très épais s'opposant à l'installation et à l'extension des autres espèces. L'aspect saisonnier le plus marquant des chenaux et fossés à callitriche à angles obtus est vernal. En été il arrive que l'association y régresse fortement ou disparaisse totalement. Au niveau des sources il est vernal ou estival.

3 - SYNFLORISTIQUE

3.1. Organisation (tableau n°1)

La caractéristique d'association *Callitriche obtusangula* présente trois accomodats aquatiques qui peuvent être utilisés comme différentielles de sous-association liées à la vitesse du courant et à la profondeur de l'eau :

- forme *submersa* 1 : rosettes submergées (avec des fleurs σ^7 aux grains de pollen vides et stériles) ; différentielle de la sous-association des eaux vives (sous-association type)
- forme *submersa* 2 : rosettes submergées aux feuilles fines allongées (fleurs absentes) ; différentielle de la sous-association des eaux faiblement courantes et profondes
- forme *typica* : rosettes flottantes (avec des fleurs σ^7 aux grains de pollen fertiles) ; différentielle de la sous-association des eaux faiblement courantes mais peu profondes et des sources infra-aquatiques

Callitriche platycarpa montre des morphoses identiques différenciant les mêmes sous-associations.

3.2. Variations

Ces variations s'expriment en fonction de l'existence ou non d'un courant, de sa vitesse et de la profondeur de l'eau.

Sous-association des eaux vives ou sous-association type (la plus fréquente)

Différentielles :

- * *Callitriche obtusangula* fo. *submersa* 1
- * *Callitriche platycarpa* fo. *submersa* 1
- * *Zannichellia palustris* subsp. *palustris* fo. *fluviatilis*
- ** *Vaucheria sessilis*
- * *Apium nodiflorum* fo. *submersum*
- * *Ranunculus trichophyllus* fo. *fluviatilis*
- * *Sium erectum* fo. *submersum*
- * *Nasturtium officinale* fo. *submersa*

Sous-association des eaux lentes mais profondes:

Différentielles :

- * *Callitriche obtusangula* fo. *submersa* 2
- * *Sium erectum* fo. *submersum*
- * *Nasturtium officinale* fo. *submersa*
- * *Sagittaria sagittifolia* fo. *vallisneriifolia*
- * *Callitriche platycarpa* fo. *submersa* 2
- * *Myriophyllum verticillatum*
- * *Sparganium emersum* fo. *fluitans*
- * *Nuphar lutea* fo. *submersa*
- Ranunculus circinatus*
- Sparganium emersum*
- Nuphar lutea*

Sous-association des eaux faiblement courantes et peu profondes :
(sources infra-aquatiques et marges des rivières)

Différentielles :

- Callitriche obtusangula* fo. *typica*
- Ranunculus circinatus*
- Sparganium emersum*
- Nuphar lutea*
- Callitriche platycarpa* fo. *typica*
- Hydrocharis morsus-ranae*
- Nymphaea alba*
- Polygonum amphibium* fo. *natans*

La sous-association des eaux vives et peu profondes possède une variante type et une variante à *Sparganium emersum* var. *longissimum* correspondant à des eaux nettement plus eutrophisées voire polluées (matières organiques et minérales).

La sous-association des eaux lentes et profondes comporte une variante type, une variante des eaux méso-eutrophes à *Nymphaea alba* var. *occidentalis*, *Potamogeton alpinus* fo. *obscurus* et *Potamogeton natans*, une variante des eaux très eutrophisées ou polluées à *Sparganium emersum* var. *longissimum*. Les deux premières variantes se présentent sous une forme thermophile (eaux bien abritées à *Oenanthe fluviatilis* et *Alisma natans* fo. *submersa*).

[* Caractéristiques du *Ranunculion fluitantis*, ** différentielles du *Ranunculion fluitantis*]

La sous-association des eaux lentes mais peu profondes montre une variante type, une variante des eaux de caractère subsaumâtre (teneur très élevée en NaCl) à *Enteromorpha intestinalis*, une variante des eaux très eutrophisées parfois polluées (matières organiques et minérales) à *Sparganium emersum* var. *longissimum*.

OBERDORFER (1977) a distingué plusieurs sous-associations pour le *Callitriche tum obtusangulae* :

- *potamogetosum* à *Potamogeton crispus*, *P. perfoliatus*, *P. alpinus*, *P. lucens*: dans les eaux profondes (correspond à la variante à *Nymphaea alba* subsp. *occidentalis* et *Potamogeton alpinus* de notre sous-association des eaux lentes et profondes)
- *sparganietosum* à *Sparganium emersum* fo. *fluitans*, *Nuphar lutea* fo. *submersa*, *Schoenoplectus lacustris* fo. *fluitans*, *Potamogeton natans* var. *prolixus*, *Sparganium neglectum* fo. *submersa* : dans les eaux faiblement courantes, sur substrat vaseux
- *typicum* : dans les courants violents (correspond à notre sous-association typique ou des eaux vives)
- *hildenbrandietosum* à *Hildenbrandia rivularis* et *Cladophora glomerata* au niveau des sources
- *enteromorphaetosum* avec *Enteromorpha intestinalis*, *Cladophora crispata*, *Hydrodictyon reticulatum* dans les eaux saumâtres (correspond à la variante à *Enteromorpha intestinalis* de notre sous-association des eaux lentes et peu profondes)

ZAHLHEIMER (1979) quant à lui dégage 3 sous-associations :

- une sous-association à *Veronica anagallis-aquatica* et *Veronica beccabunga*
- une sous-association à *Rorippa amphibia* avec une variante type et une variante à *Elodea canadensis*
- une sous association type

4 - SYNTAXONOMIE

Les végétations à *Callitriche obtusangula* se rapportent au *Callitriche tum obtusangulae* décrit par SEIBERT en 1962 en Allemagne, dans la vallée de l'Isar, au nord de Munich. Mais l'examen du tableau de végétation de cet auteur montre que les relevés ont été vraisemblablement effectués dans des biotopes de natures différentes (eaux stagnantes et eaux courantes). SEIBERT inclus d'ailleurs l'association dans le *Nymphaeion* faisant prédominer les espèces de cette alliance sur celles du *Ranunculion fluitantis*.

Le nombre élevé des relevés (138), que nous avons réalisés, l'étendue de la dition, la grande diversité des biotopes étudiés, la distinction des différentes sous-associations et variantes de l'association, une définition approfondie de l'écologie de l'association et des espèces de *Callitriche* la composant, en particulier de la caractéristique *Callitriche obtusangula* (MERIAUX, le genre *Callitriche* dans le nord-ouest de la France et les régions voisines, en préparation pour Lejeunia), ont ainsi permis à l'un de nous de définir de façon précise la structure et les caractères de cette association qui s'insère dans le *Ranunculion fluitantis*.

Potametea R. Tüxen et Preising 1942

Potametalia W. Koch 1926

Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959

Callitriche obtusangulae (Seibert 1962) Mériaux 1981

- *typicum* (= *vaucherietosum*)

var. type

var. à *Sparganium emersum longissimum*

- *sagittarietosum sagittifoliae* (*vallisneriifoliae*)

var. type

var. à *Nymphaea alba occidentalis* et *Potamogeton alpinus*

var. à *Sparganium longissimum*

- *hydrocharicetosum morsus-ranae*

var. type

var. à *Enteromorpha intestinalis*

var. à *Sparganium emersum longissimum*

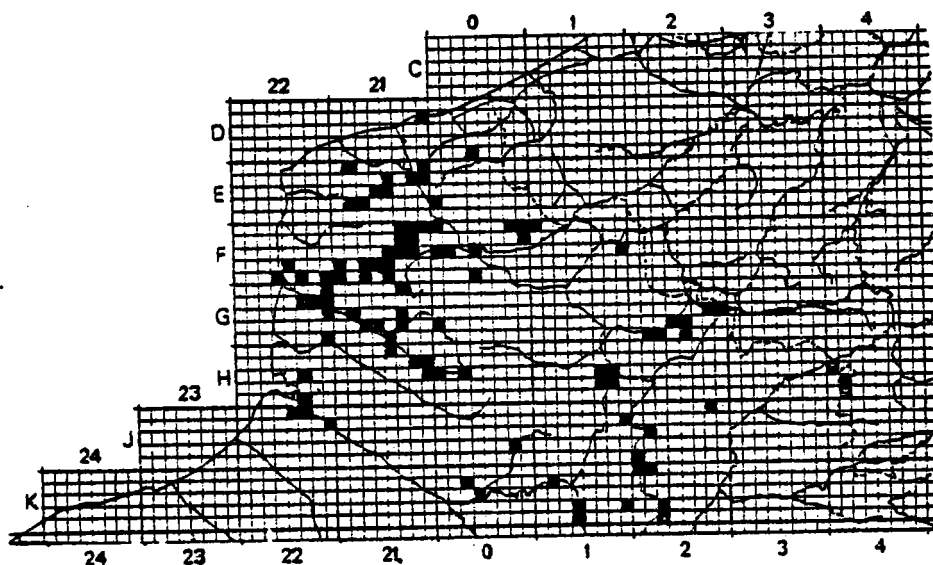
5 - SYNCHOROLOGIE

En raison des difficultés de détermination des Callitriches, les associations ayant ces hydrophytes comme caractéristiques sont mal connues ou ignorées et leur répartition demeure encore énigmatique.

KAPP et SELL (1965) ont relevé l'association à *Callitriche obtusangula* en Alsace. SCHOTSMAN (1972) a étudié ce groupement en Sologne et cite l'espèce dans le Bas-Rhin, en Charente, dans l'Eure, en Haute-Marne (1967).

Nous la connaissons dans les cours d'eaux de l'Artois (Aa, Canche et ses affluents, Hem, Lys) de la Flandre intérieure, de la plaine de la Scarpe, de la plaine de la Lys, du Pays de Montreuil ; dans les watergangs de la Plaine maritime flamande, dans quelques étangs d'affaissements du bassin houiller Nord-Pas-de-Calais, dans les mares prairiales de l'Avesnois, les chenaux de communication d'étangs de la vallée de la Somme et de la Sensée et au niveau des griffons d'alimentation de ces étangs (les 138 relevés du tableau de végétation ont été effectués dans ces différents milieux de 1974 à 1981 - la plupart entre 1977 et 1980).

La carte de distribution de *Callitriche obtusangula* dans la région correspond dans les grandes lignes à celle de l'association qu'elle caractérise.



Carte - Distribution de *Callitriche obtusangula*
dans le nord-ouest de la France

En Allemagne, elle est connue de SEIBERT (1962), KOHLER, VOLLRATH et BEISL (1971), KRAUSE (1971), OBERDORFER (1977), ZAHLHEIMER (1979).

L'aire de distribution de *Callitriche obtusangula*, donnée par SCHOTSMAN, laisse préfigurer de la répartition de l'association : Grande-Bretagne, Pays-Bas, Belgique, France, Portugal, Italie, Yougoslavie, Suisse, Allemagne. L'aire est limitée vers le nord par la région de Dithmarschen (Allemagne), la partie septentrionale des Pays-Bas y compris les îles de Texel et d'Ameland ; vers le nord-ouest la limite traverse l'Angleterre. (Pour une répartition plus précise tenant compte des caryotypes A, B, C, D, E, F déterminée par la botaniste néerlandaise, il conviendra de se reporter à ses travaux de 1967 et 1977).

Il s'agirait d'une espèce subatlantique en extension dans l'est, suivant en cela la légère élévation de température des eaux liée à l'accroissement de pollution en matières organiques en Allemagne, Autriche et Pologne.

FOURNIER (1946) la considère comme une méditerranéenne-atlantique.

6 - SYNECOLOGIE

L'écologie de *Callitriche obtusangula* a été approfondie par SCHOTSMAN (1967 et 1972). En Sologne et aux Pays-Bas, où il peuple les eaux de pH variant de 6 à 8,8 l'espèce est basiphile, en Tunisie le pH étant compris entre 4,5 et 5,5, elle devient acidophile.

Il croît dans les eaux contenant 100 à 200 mg/l de calcium mais la teneur de ce cation peut s'élever jusque 5000 mg/l; ainsi, aux Pays-Bas, il est fréquent dans les eaux saumâtres et rare dans les eaux douces.

Il montre une tendance à la calcifugie pour le substrat (Tunisie, Sologne). Sa préférence (ou sa tolérance ?) pour les ruisseaux aux courants faibles à rapides est nette et SCHOSTMAN voit en lui une "rhéophile" selon la distinction de ROLL (1938) ou une "rhéotolérante" suivant celle d'ELLENBERG (1963).

6.1. Relation association-substrat

L'association se rencontre sur les schistes et calcaires du Dévonien supérieur, les marnes aptiennes et argiles albiennes du Crétacé supérieur, la craie marneuse et les marnes et craie grises turoniennes du Crétacé supérieur, les sables landéniens et les argiles yprésiennes de l'Eocène, les alluvions marines flamandaises et les alluvions fluviatiles tourbeuses ou graveleuses ainsi que les limons du Quaternaire.

Elle paraît donc présenter une préférence pour les couches sédimentaires crayeuses et marneuses ainsi que les alluvions.

6.2. Relation association - état physico-chimique des eaux

Des analyses physico-chimiques ont été réalisées sur des prélèvements d'eaux en été 1977-78-79 au niveau des stations à *Callitriche obtusangula* : rivières de la Canche et ses affluents, l'Aa et leurs affluents, la Hem, le Béart, la Trétoire, un ruisseau intradunaire et deux étangs. Elles portent sur le pH, la conductivité, l'oxygène, les matières en suspension, la DCO, la DBO₅, l'alcalinité et les ions Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺, Cl⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, SO₄⁻⁻⁻, PO₄⁻⁻⁻.

Des diagrammes ioniques ont été réalisés à partir des analyses effectuées au niveau du *Callitrichetum obtusangulae* (figure 1).

Le bilan ionique est équilibré pour les stations 1 à 4 (*Callitrichetum obtusangulae typicum*) où les eaux sont bien minéralisées et riches en bicarbonates. Les stations 5 et 6 (*Callitrichetum obtusangulae hydrocharicetosum*) présentent une très importante pollution minérale due aux activités houillères.

L'amplitude du *Callitrichetum obtusangulae* vis-à-vis de la teneur en sels minéraux est grande, l'association supporte bien les teneurs élevées en chlorure de sodium et en sulfates.

. Une analyse factorielle des correspondances (1) a été effectuée sur 58 stations (2) (56 à *Callitriche platycarpa*, 44 à *Callitriche obtusangula* et 8 à *Callitriche truncata* subsp. *occidentalis*) et 18 paramètres. Préalablement au traitement, les données ont été converties en 5 classes pour chaque paramètre suivant une méthode similaire à celle proposée par NISBET et VERNEAUX (1970). et adoptée par FABRI (3) dans son étude sur la Warche supérieure (Belgique) (1977). Les résultats des analyses factorielles ont été interprétés par les pourcentages d'inertie de la matrice de covariance expliqués par les cinq premiers axes factoriels suivants :

$$F_1 = 31,10 \quad F_2 = 15,11 \quad F_3 = 14,37 \quad F_4 = 9,05 \quad F_5 = 7,42$$

Etant donné les pourcentages importants liés aux trois premiers facteurs (60,58) l'information fournie par ceux-ci est suffisante pour pouvoir interpréter valablement les résultats en fonction de ces trois facteurs.

La figure 2 présente une ordination qui différencie les 44 stations à *Callitriche obtusangula* en fonction des 18 paramètres considérés sur les axes 1 et 2. L'importance de plusieurs paramètres se dégage de l'analyse des ordinations sur les axes 1 et 2, mais également 1 et 3, 2 et 3.

- . Les nitrates : stations 20, 25, 27, 28, 29, 30, 32 et 38
- . Le sodium et le potassium : stations 39, 40 et 41
- . Les matières en suspension et l'oxydabilité : stations 34, 43, 44
- . Les nitrites, l'ammonium et la DCO : stations 4, 5, 11, 12, 13 et 14
- . La DBO₅ : stations 15, 21, 35 et 36
- . Les phosphates : stations 17, 24 et 26

Il apparaît donc que *Callitriche obtusangula*, et par conséquent le *Callitrichetum obtusangulae*, association qu'il caractérise, montre des exigences en nitrates et peut présenter selon les stations une résistance aux pollutions minérales (ions sodium, potassium, nitrites, ammonium) et organiques (reflétées par la DBO₅, la DCO ou l'oxydabilité) ou en matières en suspension.

7 - GROUPEMENTS D'HYDROPHYTES FIXÉS EN CONTACT

Ils varient selon les biotopes (vitesse du courant, profondeur de l'eau et substrat)

-
- 1) Cette analyse a été effectuée sur ordinateur I.B.M. 370/158 au S.E.G.I. (Service général d'informatique) de l'Université de Liège (Belgique), avec l'aide de J.-P. DESCY, R. SCHUMACKER (Université de Liège) et R. FABRI (Jardin Botanique de Meise, Bruxelles).
 - 2) La liste des stations figure en fin de texte.
 - 3) Nous remercions vivement R. SCHUMACKER, J.-P. DESCY et R. FABRI, en effet sans eux l'interprétation des analyses physico-chimiques n'aurait pu être menée à bien.

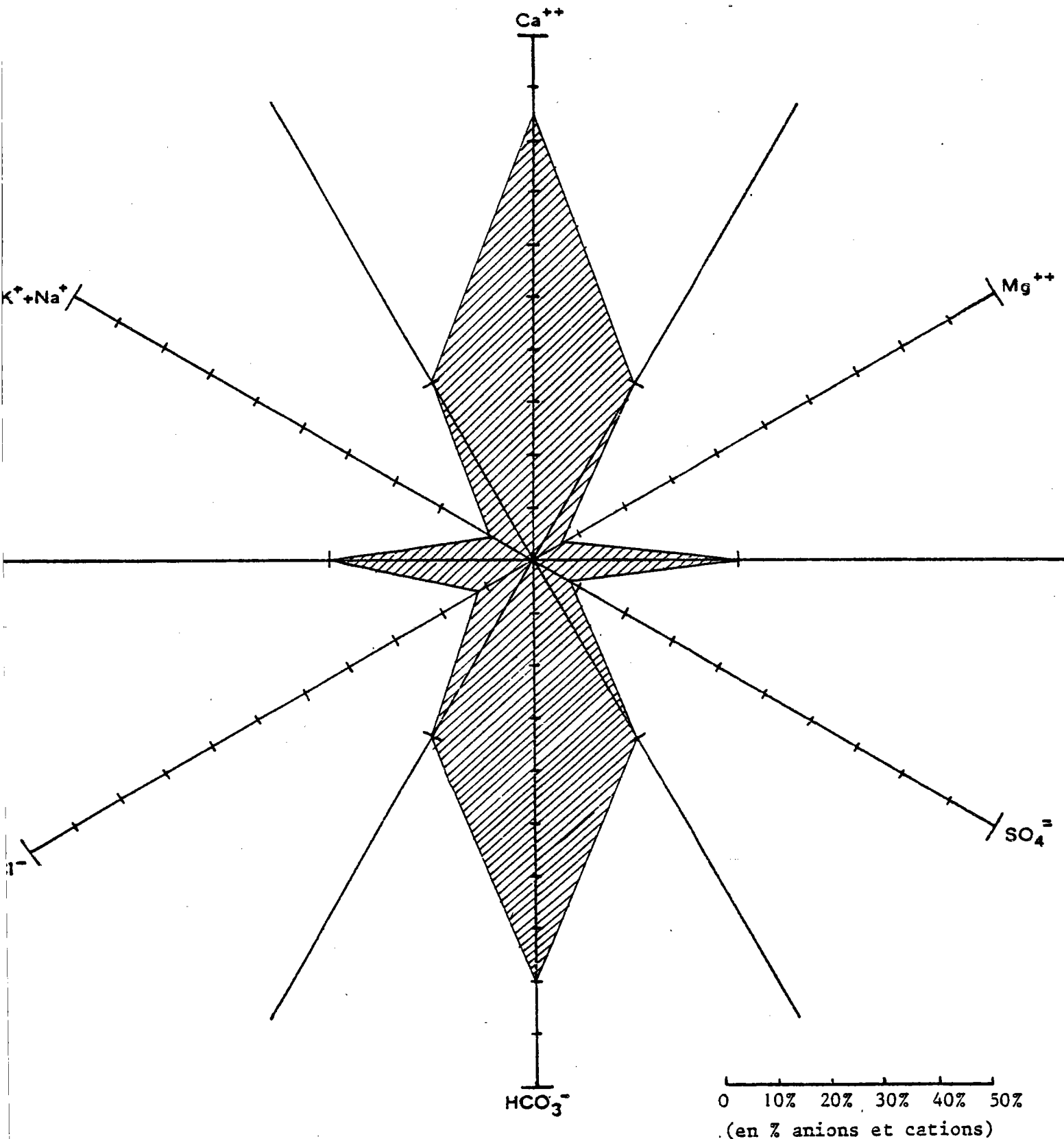
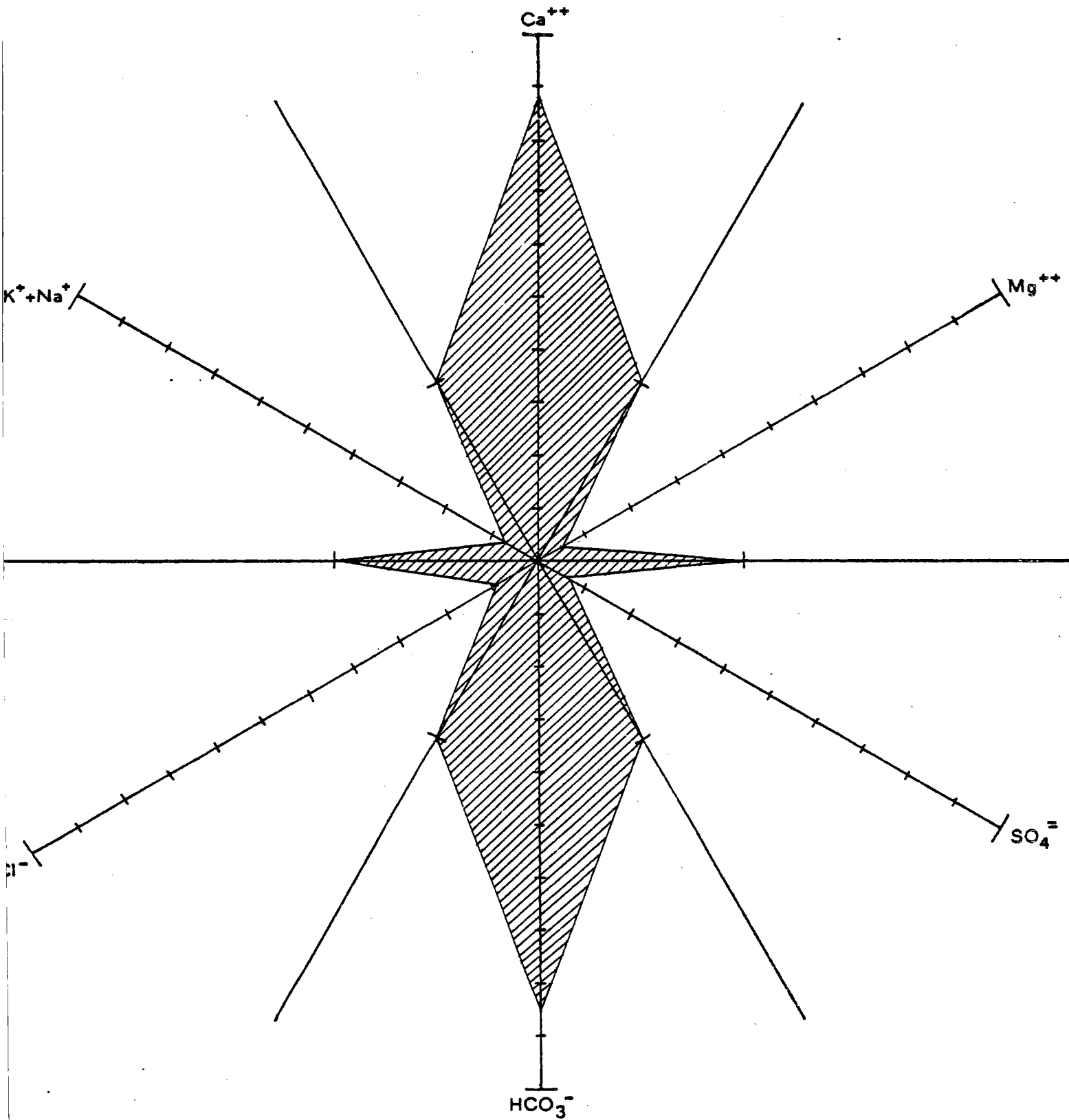
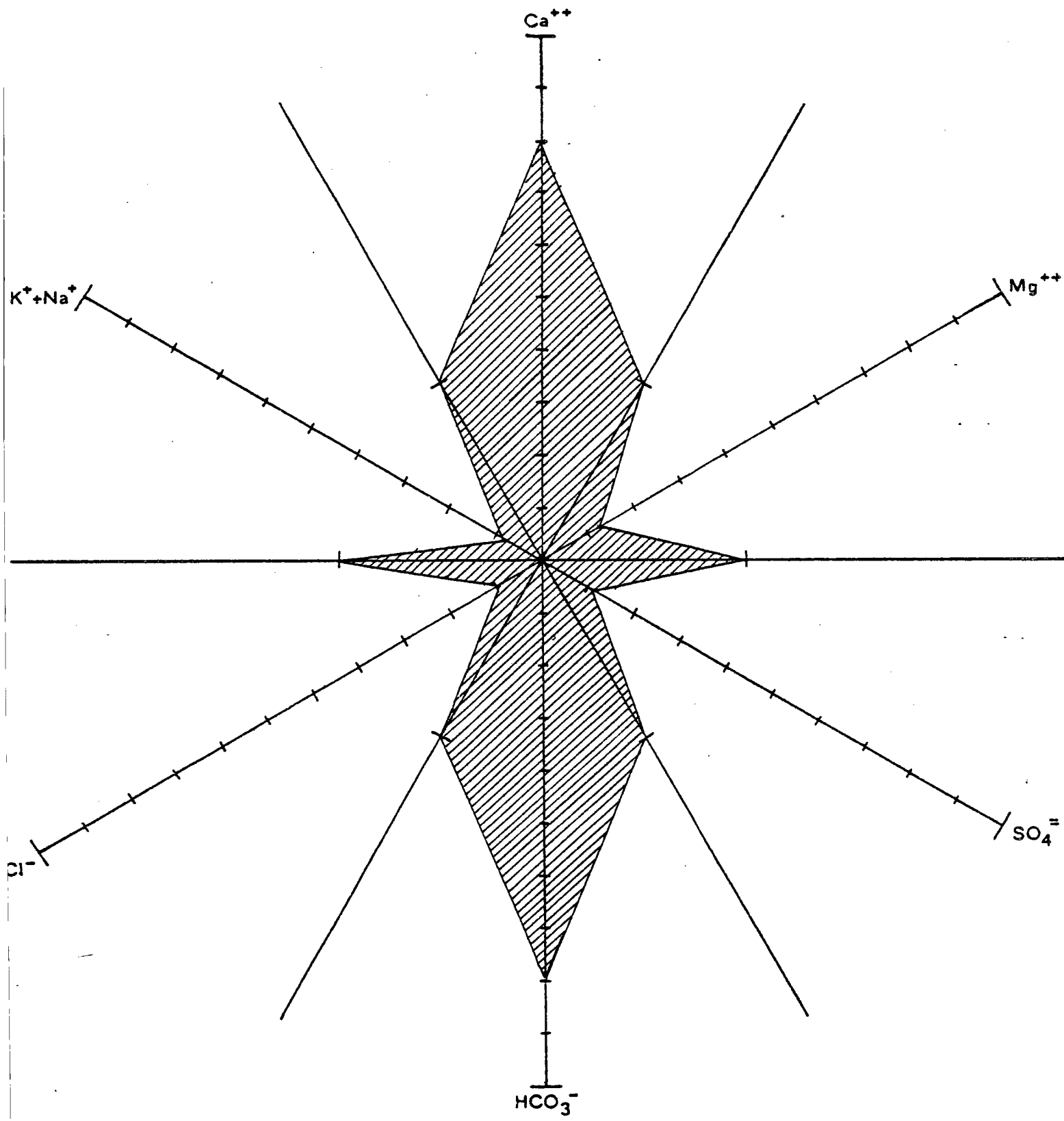
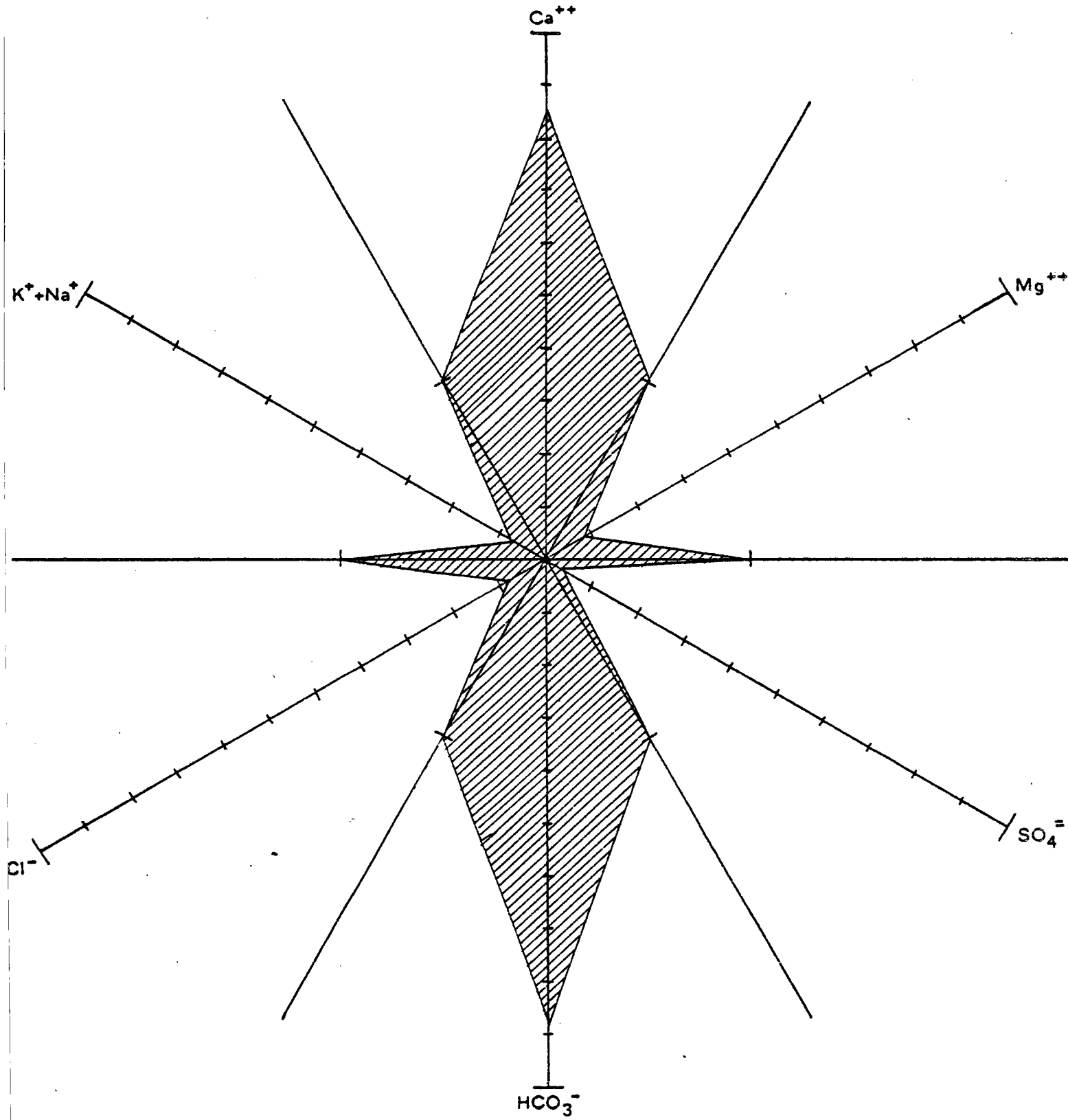
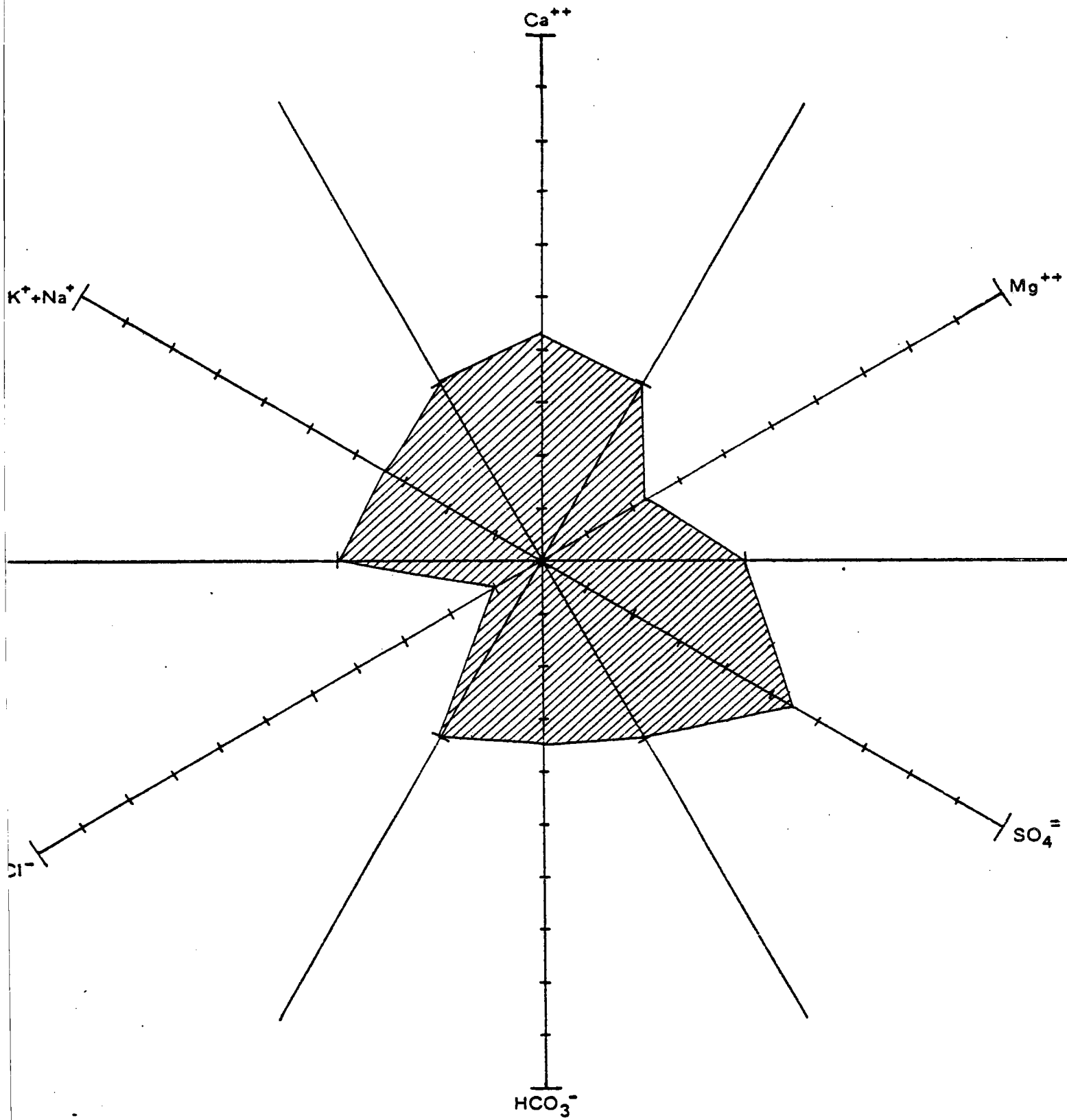


Figure 1 : Représentation graphique des analyses physico-chimiques
valeur des paramètres exprimée en milliéquivalents/litre

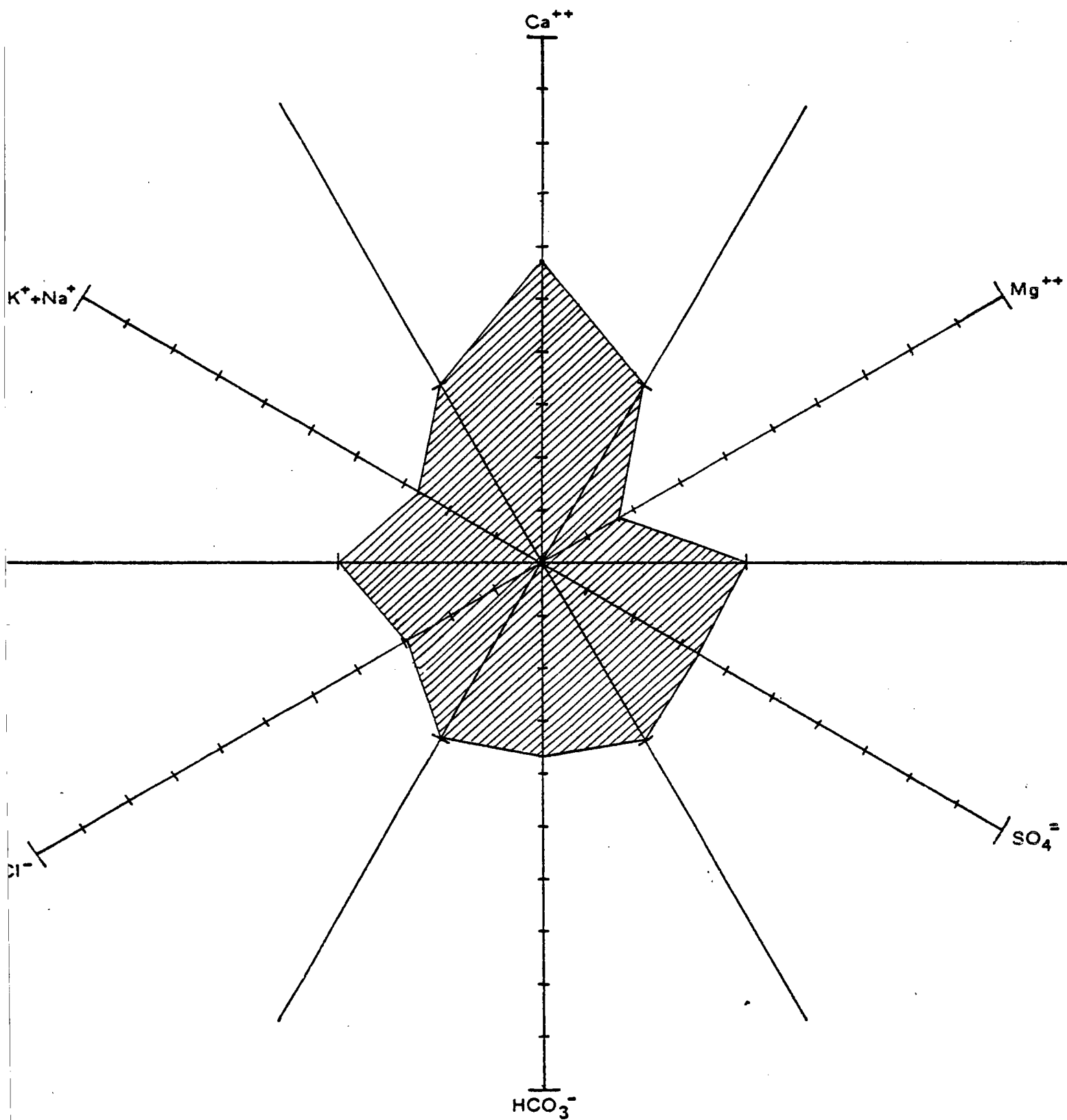








f- Saint-Aybert, le marais de la Canarderie, 18-5-1977



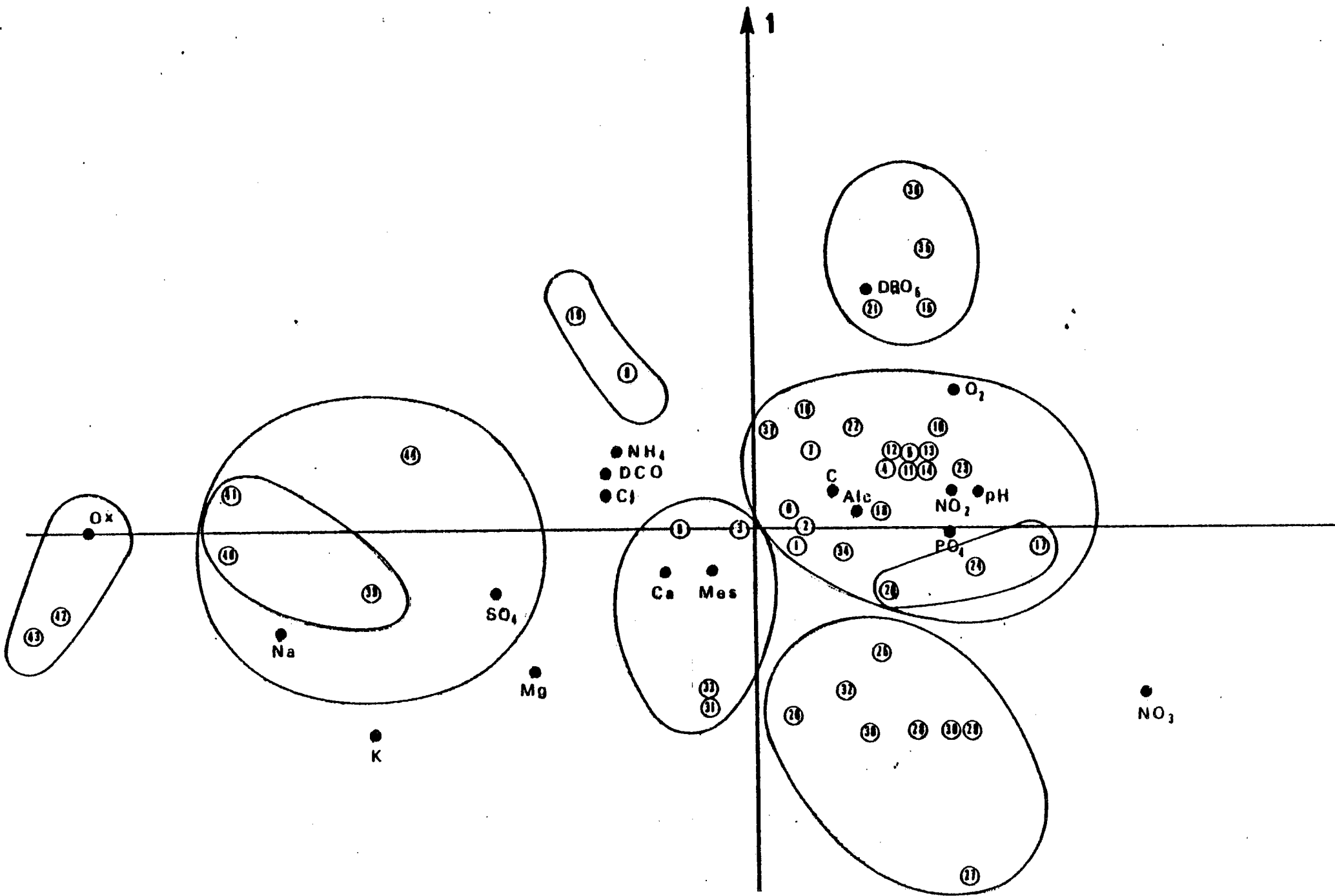


Figure 2 - Analyse factorielle des correspondances effectuée sur les analyses physico-chimiques réalisées au niveau des stations du *Callitriche obtusangulae* (ordination sur les axes 1 et 2)

- eaux vives

- . sur fonds graveleux

Ranunculo (fluitanti)-Sietum erecti-submersi (Roll 1939) Th. Müller 1962
(situation continentale)

Ranunculo (penicillati)-Sietum erecti-submersi Mériaux 1981
(situation subatlantique)

- . sur fonds pierreux

Gt à *Leptodictyum riparium*

Gt à *Cladophora glomerata*

- eaux lentes et profondes

- . eaux méso-eutrophes

Gt à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*

- . eaux eutrophes

Sparganio-Potametum pectinati Hilbig 1971

Gt à *Nuphar lutea* fo. *submersa*

Gt à *Elodea ernstae*

- eaux stagnantes (au niveau des sources infraaquatiques)

- . étangs

Fontinalidetum antipyreticae (Kaiser 1926) Gams 1927

Charetum vulgaris Corillion 1957

Charetum fragilis Corillion 1957

Nitellopsidetum obtusae Damska 1961

Hottonietum palustris R. Tüxen 1937

Potametum lucentis Hueck 1931

Myriophyllo-Nupharetum W. Koch 1926

- . mares

Ranunculetum aquatilis Sauer (1945) 1947

(situation subatlantique)

Ranunculetum peltati Segal 1967

(situation continentale)

8 - SYNDYNAMISME DANS LES RIVIERES AUX EAUX VIVES

L'envasement des sites d'implantation permet l'arrivée des espèces du *Sparganio-Glycerion* figurant en compagnes dans le tableau et le *Nasturtietum officinalis*, l'*Apietum nodiflori*, les groupements à *Sium erectum* et à *Myosotis scorpioides-Scrophularia auriculata* succèdent régulièrement à l'association.

Dans les eaux lentes et profondes (1 m) l'évolution s'effectue vers le *Sparganio-Sagittarietum*.

Dans les eaux stagnantes au niveau des sources infra-aquatiques il se réalise vers le *Nasturtietum officinalis*, les groupements à *Veronica beccabunga*, *Veronica anagallis-aquatica*, ou *Sium erectum* mais aussi au niveau des mares vers le *Rorippo-Oenanthetum*, l'*Alopecuretum aequalis* et parfois même le *Rumici-Alopecuretum geniculati*.

9 - EVOLUTION DU GROUPEMENT EN FONCTION DE LA TROPHIE DES EAUX

La zonation phytocoeno-écologique des ruisseaux et rivières aux eaux riches en bicarbonates de calcium peut s'exprimer selon le schéma général suivant :

eaux oligo-trophes → eaux méso-eutrophes → eaux eutrophes pouvant subir des pollutions organiques et minérales

Potamogeton colorati → *Ranunculo-Sietum erecti-submersi* → *Callitriche obtusangulae* variante type → *Potamo-Ranunculetum fluitantis* → *Sparganio-Potamogeton pectinati*

→ faciès à *Callitriche platycarpa*

- Conductivité, NH_4^+ , PO_4^{--} , NO_3^- , Cl^- , matières organiques +

La figure 3 précise cette évolution au niveau des rivières de l'Artois.

10 - FAUNE ASSOCIEE

10.1 Les invertébrés benthiques

Les macro-invertébrés benthiques ont besoin, pour vivre dans leur milieu, de supports où ils peuvent se fixer. Suivant leur morphologie, leur mode de vie, leur adaptation, ces supports seront différents selon les espèces et très variés quant à leur structure : limons, vase, sable, blocs, galets, débris végétaux, végétation aquatique...

Parmi les possibilités de substrat végétal, celles offertes par les espèces du genre *Callitriche* sont particulièrement intéressantes en raison de la morphologie et de la disposition de l'appareil végétatif dans l'eau.

Les callitriches en particulier *Callitriche obtusangula*, *C. platycarpa* et *C. truncata* subsp. *occidentalis* ont un niveau d'hébergement faunistique élevé, mais selon le biotope, ces potentialités sont plus ou moins utilisées en fonction d'autres facteurs de l'environnement de l'écosystème qui sont la qualité de l'eau, la vitesse du courant, la hauteur d'eau et la présence d'autres supports adaptés.

Des prélèvements de faune effectués dans les callitriches en différents milieux illustrent cette grande variabilité.

Au niveau d'une même station la colonisation est plus importante dans le faciès lotique, car au sein de la touffe de callitriches le courant est considérablement ralenti, ce qui favorise l'installation des espèces non strictement rhéophiles.

Le nombre de taxons est également lié à la qualité de l'eau. Dans la Course, où l'eau est de bonne qualité il atteint 18, alors que dans la Trétoire il descend à 4. Le nombre d'individus est lui aussi fonction de la vitesse du courant et de la qualité de l'eau, il varie donc selon les sous-associations et variantes du *Callitriche obtusangulae* (tableau n°2).

Les callitriches sont donc des végétaux bien adaptés à la fixation du périphyton, mais celle-ci dépend essentiellement des conditions abiotiques du milieu.

SCHRÖDER (1977) a défini une biocoenose à mollusques caractérisée par *Bythinia tentaculata*, *Radix peregra*, *Planorbis planorbis* et associée à l'*Hydrocharito-Stratiotetum*. Il ne nous est pas paru possible de définir des groupements d'invertébrés benthiques (mollusques et insectes en particulier) en relation directe avec les phytocoenoses à *Callitriche obtusangula* et *C. platycarpa*, néanmoins l'utilisation de ces espèces comme support préférentiel de plusieurs taxons du périphyton semble envisageable.

Tableau n°2 - RELATIONS QUALITE DES EAUX, FAUNE, CALLITRICHETUM OBTUSANGULAE

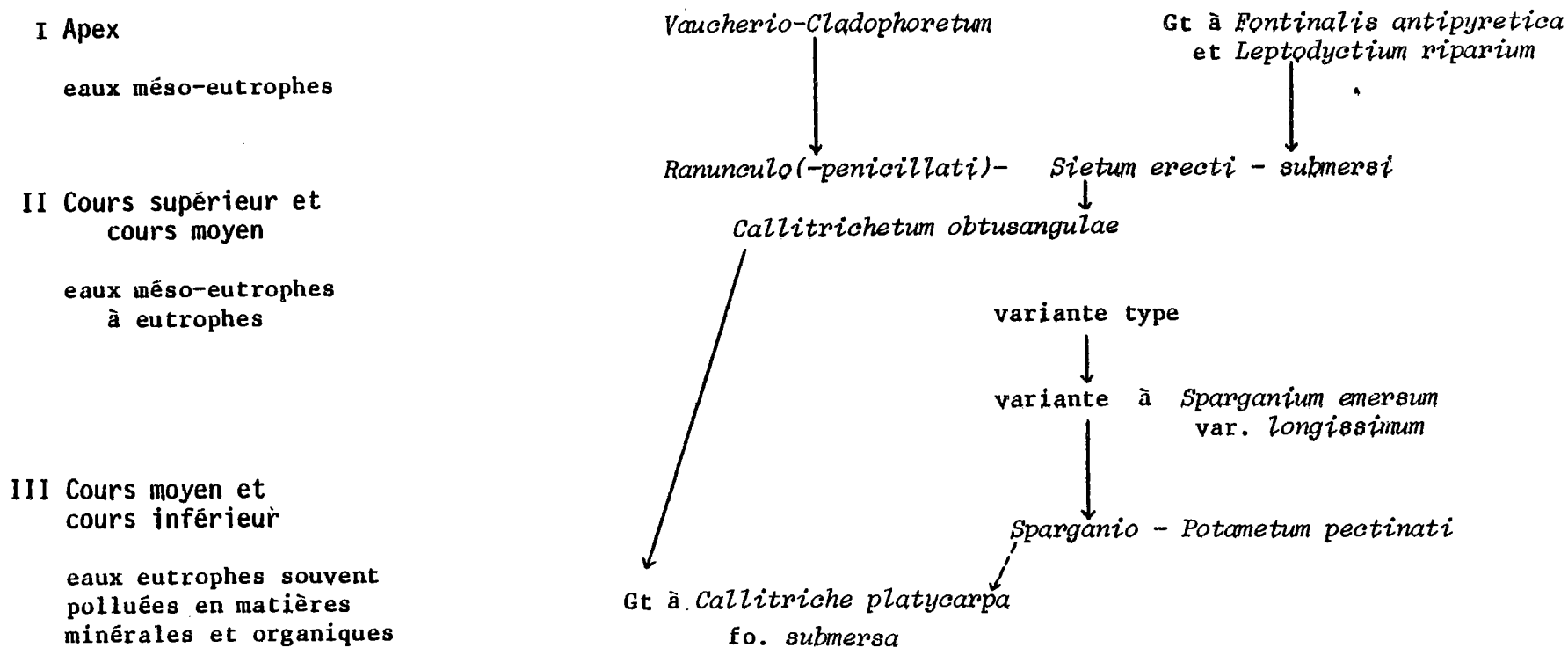
Rivières, ruisseaux ou marais	Canarderie	Trétoire	Béart	Aa	Aa	Aa	Aa	Aa	Course
Stations	St-Aybert	Rieulay	Ovillers	Remilly- Wirquin	Remilly- Wirquin	Remilly- Wirquin	Renty	Renty	Beussent
<i>Callitrichetum obtusangulae</i> *	hyd.	sagitt.	typ.	typ.	typ.	hyd.	typ.	hyd.	typ.
Callitriches*	Co	Co, Cp	Co, Cp	Co, Cp	Co, Cp	Co, Cp	Co, Cp	Co, Cp	Co, Cp
Qualité de l'eau	mauvaise			bonne					
Vitesse du courant cm/s à 0,05 m du fond à 0,15cm du fond	nulle nulle	13	52 81	45 84	76 98	nulle nulle	37 95	nulle nulle	74 101
Trichoptères			17	7	66	8	1		27
Ephéméroptères	1*		33	16	9	11	9		45
Coléoptères	6	1		3	2				30
Diptères	1	11	25	7	14	2	14		12
Odonates		3							
Mollusques	2	12	4		15	8	47	32	15
Crustacés	20		50	35	300	51	33	3	160
Vers	25	30		1	5		15	4	34
Nombre d'individus	55	57	124	69	411	80	119	39	323
Nombre de taxons	6	7	7	9	14	10	10	8	18

* *Callitrichetum obtusangulae* : typ. = typicum ; hyd. = hydrocharicetosum ; sagitt. = sagittarietosum

* Callitriches : Co = *Callitriche obtusangula*, Cp = *Callitriche platycarpa*

* Nombre d'animaux relevés dans 2 dm³ de Callitriches.

Figure 3 : SUCCESSION DES GROUPEMENTS EN FONCTION DE LA TROPHIE DANS LES RIVIERES DE L'ARTOIS (schéma général)



10.2 - L'ichtyofaune

La plupart des rivières de l'Artois ont une qualité des eaux favorables aux salmonidés (truite fario, truite arc-en-ciel et saumons dans la Course).

Les truites de repeuplements, ainsi que les truites indigènes, se reproduisant encore dans le cours supérieur de quelques ruisseaux aux eaux froides fortement oxygénées et au substrat graveleux trouvent une nourriture abondante dans les "coussins" de *Callitriche obtusangula* et *C. platycarpa* qui constituent de véritables garde-manger à gammaridés et trichoptères pour salmonidés.

L'installation, le maintien de ces deux espèces de callitriches dans les biotopes des zones supérieures ne peut être qu'un facteur favorable à l'amélioration de la qualité piscicole des cours d'eau.

CONCLUSION

Le *Callitrichetum obtusangulae* est une association qui trouve son développement optimal dans les eaux vives ou faiblement courantes mésotrophes à eutrophes des régions planitiaires de l'Europe occidentale. Son rôle physiologique et son intérêt écosystémique apparaissent évidents. La biomasse qu'elle représente fait que sa connaissance est indispensable pour toute étude des biotopes aquatiques.

Cette connaissance passe par la distinction des nombreuses espèces du genre *Callitriche*, genre paradoxalement délaissé par les spécialistes des milieux aquatiques.

BIBLIOGRAPHIE

- DESCY, J.-P., 1976. - Etude quantitative du peuplement algal benthique en vue de l'établissement d'une méthodologie d'estimation biologique de la qualité des eaux courantes. Application au cours belge de la Meuse et de la Sambre. In : Recherche et technique au service de l'environnement, CEDEBOC, Liège, 159-206.
- ELLENBERG, H., 1963. - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. E. Ulmer, 943 p. Stuttgart.
- FABRI, R., 1977. - Végétation, production primaire et caractéristiques physico-chimiques d'une rivière de haute Ardenne (Belgique) : la Warche supérieure. *Lejeunia*, N.S. 87 : 1-43. Liège.
- FOURNIER, P., 1946. - Les quatre flores de la France. Ed. P. Lechevalier, 632 p. Paris.
- KAPP, E., et Y. SELL, 1965. - Les associations aquatiques d'Alsace. 1ère partie : Strasbourg et ses environs. *Bull. Ass. philom. Alsace Lorraine* 12 : 66-78. Strasbourg.
- KOHLER, A., VOLLRATH, H., et E. BEISL 1971. - Zur Verbreitung Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäßmakrophyten im Fließwassersystem Moosach (Münchener Ebene). *Arch. Hydrobiol.* 69 : 333-365.
- KRAUSE, W., 1971. - Die Makrophytische Wasservegetation der Oberrheinebene. Die Aschenregion. *Arch. Hydrob. suppl.* 37 : 387-465.
- MERIAUX, J.-L., 1978. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais). *Doc. phytosoc.*, N.S. III : 1-244, Lille 8 tabl. Vaduz.

- NISBET, M., et J., VERNEAUX, 1970. - Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et propositions de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques. *Ann. Limnol.* 6 : 161-190.
- OBERDORFER, E., 1977. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften, I., 311 p. G. Fischer, Stuttgart.
- ROLL, H., 1938. - Die Pflanzengesellschaften ostholsteinischer Fließgewässer. *Arch. Hydrob.* 34 : 159-305.
- SCHOTSMAN, H.D., 1972. - Note sur la répartition des callitriches en Sologne et dans les régions limitrophes. *Bull. Centre Etud. Rech. sci.*, Biarritz, 9 : 19-52.
- SCHRÖDER, F., 1977. - Die Mollusken der Pflanzengesellschaften in den Gewässern des Bremer Raumes. 2. Gastropoden des *Hydrocharito-Stratiotetum*. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem.*, N.F. 19-20. 131-133 p. + 1 tabl. Todenmann-Göttingen.
- SEIBERT, P., 1962. - Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. *Landschfpfl. Vegetationsk.*, 124 p. + 30 tabl. + 3 c.
- ZAHLHEIMER, W., 1979. - Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. *Hoppea, Denschr. Regensb. Bot. Ges.*, 38 : 3-398.

DISCUSSION

- J. DUVIGNEAUD. - Je fais remarquer que les "formes" distinguées par MERIAUX sont en fait des accommodats. Je souligne que *Callitriche obtusangula* possède une écologie très vaste allant des eaux saumâtres jusqu'aux eaux riches en hydrogénocarbonate de calcium. Son choix comme caractéristique d'association peut donc être discuté.
- J.-L. MERIAUX. - Le terme "forme" est pris dans le sens défini par GLÜCK en 1904 il correspond à des morphoses ou accommodats. Il est vrai que *Callitriche obtusangula* possède une grande amplitude écologique mais je précise que selon SCHOTSMAN qui doit être considérée comme l'une des meilleures spécialistes actuelles des Callitriches, il existe plusieurs caryotypes possédant une aire et une écologie distincte. Une étude très fine permettrait de rattacher des sous-associations, des variantes à ces caryotypes... voire de faire de ces mêmes caryotypes des caractéristiques d'associations autonomes.
- J.-M. GEHU. - Il convient tout d'abord de féliciter Jean-Luc MERIAUX d'avoir étudié avec autant d'attention des végétations aussi difficiles que celles à *Callitriche*, plantes que bien peu de botanistes déterminent. En ce qui concerne l'aspect phytoécologique du travail je voudrais intervenir sur deux points. Le premier pour souligner l'indéniable intérêt de la distinction des morphoses des plantes aquatiques en relation notamment avec la rhéophilie. Ces morphoses (ou accommodats) sont très informatives sur le milieu aquatique et sur les relations plantes environnement. Le deuxième point sera plus critique et concerne le tableau phytosociologique. La distinction des accommodats (quelque soit leur intérêt phytoécologique, comme il a été dit) dans le tableau phytosociologique conduit à trois sous-ensembles, réunis en une même association bien qu'ils n'aient entre eux pratiquement aucun lien. La logique du système phytosociologique voudrait alors que l'on s'interroge pour savoir si la combinaison des espèces, toutes morphoses confondues, est bien plus significative que celle des seuls accommodats. Dans ce dernier cas ne devrait-on pas plutôt alors intégrer telle ou telle forme de *Callitriche* dans l'une ou l'autre des associations aquatiques déjà décrites, par exemple le *Ranunculetum penicillati* pour les eaux courantes

le *Myriophyllo-Nupharetum* pour les eaux profondes et calmes etc...?

J.-L. MERIAUX. - Des accomodats de *Callitriche obtusangula* et *C. platycarpa* sont liés à des différences de vitesse de courant et à la profondeur des eaux (eaux vives peu profondes, eaux lentes peu profondes, eaux lentes profondes). Mais le courant dans le cas du *Callitrichetum obtusangulae* qu'il soit rapide ou faible existe toujours. On ne peut donc rattacher ces accomodats à des associations du *Nymphaeion* comme le *Myriophyllo-Nupharetum*. D'autre part il existe un nombre assez élevé d'espèces communes aux 3 sous-associations (espèces appartenant au *Ranunculion fluitantis* ou aux *Potamo-tea*) comme le montre le tableau de végétation du *Callitrichetum obtusangulae*.

P. JAEGER. - Quel est le mode de pollinisation des *Callitriche* ?

J.-L. MERIAUX. - Selon SCHOTSMAN on peut distinguer 3 types de pollinisation :

- la pollinisation aérienne (*Callitriche obtusangula*, *C. platycarpa*),
- la pollinisation aquatique (*Callitriche truncata* subsp. *occidentalis* et *C. hermaphroditica*)
- la pollinisation aérienne et aquatique (*Callitriche lusitanica*)

Localisation des prélèvements pour analyse factorielle :

1 : Guemy (62), la Hem, 7/6/78 ; 2 : Nordausques (62), la Hem, 7/6/78 ;
3 : Recques-sur-Hem (62), la Hem, 7/6/78 ; n°4 : Merck-St-Liévin (62), 1'Aa,
31/5/78 ; 5 : Ouve-Wirquin (62), 1'Aa 31/5/78 ; 6 : Polincove (62), la Hem,
8/6/78 ; 7 : Wizernes (62), 1'Aa, 1/6/78 ; 8 : Licques (62), la Hem, 3/6/78 ;
9 : Clerques (62), la Hem, 8/6/78 ; 10 : Verchocq (62), 1'Aa, 31/5/78 ; 11 :
Fauquembergues (62), 1'Aa, 31/5/78 ; 12 : Remilly-Wirquin, 1'Aa, 31/5/78 ; 13 :
Elnes (62), 1'Aa, 31/5/78 ; 14 : Hervarre (62) ruisseau de Thiembronne, 31/5/78 ;
15 : Recques-sur-Course (52), la Course, 19/7/78 ; 16 : Remilly-Wirquin (62),
1'Aa, 27/4/78 ; 17 : Renty (62), 1'Aa, 27/4/77 ; 18 : Renty (62), 1'Aa, 27/4/
77 ; 19 : Montreuil-sur-Mer (62), fossé 27/4/77 ; 20 : Montreuil-sur-Mer (62), fossé
27/4/77 ; 21 : Beussent (62), la Course, 27/4/77 ; 22 : Dannes (62), ruisseau
dans les dunes, 27/4/77 ; 23 : Loison-sur-Créquoise (62), la Créquoise, 4/9/78 ;
24 : Cavron St-Martin (62), la Planquette, 4/9/78 ; 25 : Auchy-les-Hesdin (62),
la Ternoise, 26/9/79 ; 26 : Owillers (59), le Béart, 18/5/77 ; 27 : Berlencourt-
le-Cauroy (62), la Canche, 26/9/79 ; 28 : Ligny-sur-Canche (62), la Canche, 26/
9/79 ; 29 : Aubrometz (62), la Canche, 26/9/79 ; 30 : St-Georges (62), la Can-
che, 26/9/79 ; 31 : Montreuil (62)(amont), la Canche, 27/9/79 ; 32 : Teneur
(62), la Ternoise, 9/5/79 ; 33 : Beutin (62), la Canche, 27/9/79 ; 34 : Ergny
(62), 1'Aa 4/10/78 ; 35 : Enquin-sur-Baillon, la Course 12/9/78 ; 36 : Engoud-
sent, la Course, 12/9/78 ; 37 : Estrée, la Course, 12/9/78 ; 38 : Maresquel
(62), la Canche, 27/9/79 ; 39 : Gauchin-Verloingt (62), la Ternoise, 9/5/79 ;
40 : Rieulay (59) (amont), la Trétoire, 18/5/77 ; 41 : Rieulay (59) (aval), la
Trétoire, 18/5/77 ; 42 : St-Aybert (59), le marais de la Canarderie, 18/5/77 ;
43 : Wallers (59), la Mare à Goriaux, 18/5/77 ; 44 : Arques (62), 1'Aa, Haute-
Meldyck, 1/2/78.

LA CLASSE DES POTAMETEA DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE

par Jean-Luc MERIAUX

Laboratoire de Botanique
Université de Lille I
59650 Villeneuve d'Ascqet Institut européen d'Ecologie
1, rue des Récollets
57000 Metz

RESUME

L'auteur rappelle les principaux systèmes de classification adoptés pour la classe des *Potametea* en Europe (modèles de LOHMEYER et al., OBERDORFER, DEN HARTOG et SEGAL, R. TÜXEN, PASSARGE, et plus récemment de MATUSKIEWICZ et POTT).

Le schéma synsystématique retenu pour le nord-ouest de la France est présenté avec mention des espèces caractéristiques et différentielles pour les unités supérieures :

Potametea R. Tüxen et Preising 1942

Potametalia W. Koch 1926

Potamion eurosibericum W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957

Nymphaeion Oberdorfer 1957

Ranunculion aquatilis Passarge 1964

Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959

Les syntaxons mis en évidence sont également précisés (24 associations et 14 groupements pionniers ou issus de dégradations d'association).

SUMMARY

The author then recalls the main classification systems admitted as regards the *Potametea* class in Europe (LOHMEYER'S, OBERDORFER'S, DEN HARTOG'S, SEGAL'S, R. TÜXEN'S, PASSARGE'S, MATUSKIEWICZ'S, POTT'S models).

The synsystematical study retained as regards North Western France is given with special reference to characteristic and differential species for upper units :

Potametea R. Tüxen et Preising 1942

Potametalia W. Koch 1926

Potamion eurosibericum W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957

Nymphaeion Oberdorfer 1957

Ranunculion aquatilis Passarge 1964

Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959

Pointed out syntaxa are equally specified (24 associations and 14 primary communities or outcomes of degraded associations).

ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor erinnert an die wichtigsten systematischen Gliederungen, die in Europa für *Potametea*-Klasse (die Zusammenstellung von LOHMEYER und al., OBERDORFER, DEN HARTOG und SEGAL, R. TÜXEN, PASSARGE, und neulich die von MATUSKIEWICZ und POTT) angenommen wurden. Das für Nord-West Frankreich behaltendes synsystematisches schema wird mit Angabe für höhere Einheiten erläutert:

Potametea R. Tüxen et Preising 1942

Potametalia W. Koch 1926

Potamion eurosibericum W. Koch 1926 em Oberdorfer 1957

Nymphaeion Oberdorfer 1957

Rarunculion aquatilis Passarge 1964

Rarunculion fluitantis Neuhäusl 1959

Diese Darstellung wird durch die Syntaxonomie ergänzt (24 Assoziationen und 14 Gesellschaften), die entweder einen Pionnierchrakter haben, oder von degradierten Assoziationen ausgehen.

INTRODUCTION

La classe des *Potametea* définie en 1942 par TÜXEN et PREISING regroupe les associations aquatiques enracinées des eaux douces. L'historique de l'évolution de cette classe a été retracée par BARREAU (1982) depuis les travaux de KOCH, véritable pionnier de la phytocoenologie des biotopes aquatiques. Dans son étude des associations d'hydrophytes de la plaine de Linth il se limite à considérer uniquement l'ordre des *Potametalia* avec l'alliance du *Potamion eurosibericum*. BRAUN-BLANQUET (1931) TÜXEN (1937) et VLIÉGER (1937) se bornent également à distinguer l'ordre des *Potametalia* et "la classe des *Potametea*" n'apparaît que dans une étude de TÜXEN et PREISING (1942), ce terme est d'ailleurs repris dès l'année suivante par BRAUN-BLANQUET et TÜXEN (1943).

En 1953, PIGNATTI, élève au rang de classe les *Zoosteretalia* et crée ainsi les *Zoosteretea*, puis TÜXEN et KOCH en 1954 celle des *Lemneteae* qui apparaît chez TÜXEN en 1955 dans son synopsis des associations du nord-ouest de l'Allemagne. Avec ces travaux et ceux de OBERDORFER (1957), MULLER et GORS (1960), LOHMEYER et coll. (1962), DEN HARTOG et SEGAL (1964), SEGAL (1965), PASSARGE (1964), OBERDORFER et coll. (1967), WESTHOFF et DEN HELD (1969), on assiste à la naissance de conceptions fort différentes concernant cette systématique des groupements d'hydrophytes enracinés en particulier celle de la classe des *Potametea*.

I - LES PRINCIPAUX SYSTEMES DE CLASSIFICATION DES *POTAMETEAE*

Le schéma de classification des *Potametea* R. Tüxen et Preising 1942 varie en effet fortement en fonction "des écoles". Il semble ainsi qu'on puisse distinguer actuellement quatre grandes conceptions avec des modifications suivant les auteurs et selon leurs travaux :

- celles de LOHMEYER et coll. (1962), OBERDORFER et coll. (1967), OBERDORFER (1970, 1977, 1979, 1980),
- celles de DEN HARTOG et SEGAL (1964), SEGAL (1965) auxquelles se rattachent WESTHOFF et DEN HELD (1969),
- celle de PASSARGE (1964) profondément modifiée par l'auteur en 1978,
- celle de R. TÜXEN (1975).

A côté de ces systèmes reconnus et adoptés par de nombreux phytosociologues en sont apparus plus récemment de nouveaux élaborés par MATUSKIEWICZ (1980) et POTT (1980).

A ces différentes conceptions se rapportent des modèles parfois très proches mais aussi d'autres plus "hybrides" proposés par quelques auteurs au cours d'études régionales (GEHU 1973, MERIAUX 1978)

Dans certains cas la compréhension du modèle de classification proposée pour les *Potametea* par un auteur nécessite la prise en compte des schémas qu'il élabore pour les autres classes de végétation aquatique d'eau douce en particulier celle des *Lemneteae* (PASSARGE 1964, DEN HARTOG et SEGAL 1964, OBERDORFER 1977).

1) LOHMEYER et al. (1962) définissent un système qui est reconnu par la plupart des auteurs. Il est basé sur l'existence de 4 classes de groupements végétaux aquatiques qui sont :

- les *Lemnetea* Koch et R. Tüxen 1954 apud Oberdorfer 1957
- les *Potametea* R. Tüxen et Preising 1942
comportant l'ordre des *Potametalia* W. Koch 1926
avec les alliances du *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959
du *Nymphaeion* Oberdorfer 1957
de l'*Eu-Potamion* (Koch 1926) Oberdorfer 1957
- les *Ruppietea* J. Tüxen 1960
- les *Zoosteretea* Pignatti 1953

OBERDORFER et coll. (1967) reprennent cette classification en distinguant une classe des *Hydrocharicetea* avec l'ordre des *Hydrocharicetalia* Rübél 1933 comprenant une seule alliance celle de l'*Hydrocharition* Rübél 1933 dans laquelle figurent les groupements à *Hydrocharis*, *Utricularia vulgaris*, *U. australis*.

OBERDORFER (1977) abandonne l'idée de classe des *Hydrocharicetea* et insère l'*Hydrocharitetum morsus-ranae*, le *Lemno-Utricularietum vulgaris* et l'*Utricularietum australis* dans le *Lemnion minoris* (classe des *Lemnetea*).

Il définit la classe des *Potametea* comme suit :

Potametea R. Tüxen et Preising 1942
Potametalia W. Koch 1926
Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959
Potamion eurosibericum W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957
Nymphaeion Oberdorfer 1957

De nombreux auteurs s'accordent à considérer ce modèle parmi eux citons: ELLENBERG (1978), KRAUSCH (1964), WATTEZ (1968), HILBIG (1971), RIVAS-MARTINEZ (1974), PEDROTTI et ORSOMANDO (1975), ZAHLHEIMER (1979). D'autres y apportent quelques modifications : RUNGE (1973) inclus l'*Hydrochario-Stratiotetum* dans le *Nymphaeion* ; NEDELCO (1973) ne reconnaît pas la classe des *Ruppietea* et insère l'ordre des *Ruppietalia maritimae* R. Tüxen 1960 avec l'alliance du *Ruppion maritimae* Braun-Blanquet 1932 dans les *Potametea*.

2) DEN HARTOG et SEGAL (1964) établissent un système complexe basé sur la composition floristique, le spectre biologique, la physionomie, la stratification et l'écologie et comportant trois classes supplémentaires constituées d'associations rangées ordinairement par les phytosociologues dans les *Potametea*.

Ceratophylletea Den Hartog et Segal 1964
Utricularietea Den Hartog et Segal 1964
Stratiotetea Den Hartog et Segal 1964
Potametea R. Tüxen et Preising 1942
Magnopotametalia Den Hartog et Segal 1964
Magnopotamion (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1964
Nymphaeion Oberdorfer 1957
Parvopotametalia Den Hartog et Segal 1964
Parvopotamion (Vollmar 1947) Den Hartog et Segal 1964
Callitricho-Batrachion Den Hartog et Segal 1964
Luronio-Potametalia Den Hartog et Segal 1964
Potamion polygonifolii Den Hartog et Segal 1964

SEGAL (1965) fait apparaître le *Trapion* dans les *Magnopotametalia* et l'*Hottonion* (sous-alliance) dans le *Parvopotamion*.

WESTHOFF et DEN HELD (1969) modifient cette classification et replacent les associations des *Ceratophylletea*, *Utricularietea* et *Stratiotetea* dans la classe des *Potametea* qu'ils conçoivent selon le même schéma que DEN HARTOG et SEGAL, l'*Hydrocharition* (Vierhapper) Rübél 1933 em. Passarge 1964 regroupant dans les *Parvopotametalia* les associations des *Utricularietea* et des *Stratiotetea*.

WIEGLEB (1978) adopte partiellement le modèle de WESTHOFF et DEN HELD mais il rattache les *Hydrocharicetalia* au *Lemnetea*, distingue dans le *Callitricho-Batrachion* deux sous-alliances, le *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964 em. Wiegleb 1976 et le *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959.

3) Le premier système mis au point par PASSARGE (1964) est complexe. Cet auteur dans son travail sur les associations du nord-est de l'Allemagne crée l'alliance du *Ranunculion aquatilis* qu'il inclut dans les *Lemnetea* aux côtés du *Lemnion minoris*, de l'*Utricularion vulgaris* et de l'*Eu-Hydrocharition*. Il maintient également dans les *Potametea* l'ordre des *Zoosteretalia* avec le *Ruppion maritimae*.

Lemnetea W. Koch et Tüxen 1954
Hydrocharicetalia Rübél 1933
Lemnion minoris W. Koch et Tüxen 1954
Utricularion vulgaris Passarge 1964
Eu-Hydrocharition (Vierhapper) Rübél 1933 em. Passarge 1964
Ranunculion aquatilis Passarge 1964

Potametea Tüxen et Preising 1942
Zoosteretalia Béguinot 1941 em. Braun Blanquet et Tüxen 1943
Zoosterion marinae Christiansen 1934
Ruppion maritimae Braun Blanquet 1931
Potametalia W. Koch 1926
Nymphaeion Oberdorfer 1957
Eu-Potamion (W. Koch 1926) Oberdorfer 1957
Magnopotamion Vollmar 1947
Parvopotamion Vollmar 1947

Son schéma de 1978, quoique plus classique, possède encore quelques particularités dans les *Potametea* W. Koch et Tüxen 1944 avec trois ordres dont celui des *Nymphaetalia* et une alliance nouvelle le *Najadion*.

Lemnetea W. Koch et Tüxen 1955
Lemnetalia W. Koch et Tüxen 1955
Lemnion gibbae Tüxen et Schwabe 1974
Azollo-Salvinion (Slavnic 1956) *all. nov.*
Lemno-Riccion (Tüxen 1974) Passarge 1977
Lemno-Utricularietalia Passarge 1977
Utricularion vulgaris Passarge 1964
Hydrocharicetalia Rübél 1933
Hydrocharition Rübél 1933
Ceratophyllion Den Hartog et Segal 1964

Ruppietea J. Tüxen 1960

Zoosteretea Pignatti 1953

Potametea Tüxen et Preising 1942
Nymphaetalia ord. nov.
Nymphaeion Oberdorfer 1957
Callitricho-Batrachietalia (Den Hartog et Segal 1964) ord. nov.
Batrachion aquatilis Passarge 1964
Batrachion fluitantis Neuhäusl 1959

Potametalia W. Koch 1926
Magnopotamion Vollmar 1947
Parvopotamion Vollmar 1947
Najadion all. nov.

4) Le schéma proposé par TÜXEN qui ne s'appuie que sur la composition floristique est le plus simple :

Potametea R. Tüxen et Preising 1942
Potametalia W. Koch 1926
Potamion eürosibericum W. Koch 1926
Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959

TÜXEN range le *Stratiotetum aloidis* (= *Hydrocharito-Stratiotetum*) et le groupement à *Utricularia vulgaris* dans le *Potamion*.

5) La classification systématique adoptée par MATUSKIEWICZ (1980) dans le synopsis des associations en Pologne se rapproche par certains aspects de celle de TÜXEN (1975) tout en admettant l'existence du *Nymphaeion* et de l'*Hottonion*.

Potametea Tüxen et Preising 1942
Potametalia W. Koch 1926
Potamion W. Koch 1926
Nymphaeion Oberdorfer 1957
Hottonion Segal 1965
Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959

Le système de POTT (1980) est quasi-identique à celui de MATUSKIEWICZ avec toutefois le *Ranunculion aquatilis* se substituant à l'*Hottonion*.

II - LA CLASSE DES POTAMETEA DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE :

Système proposé et unités syntaxonomiques retenues

Dans l'optique de l'adoption d'un des systèmes présentés ou de l'élaboration de notre propre système nous avons également examiné ou utilisé, outre les travaux pré-cités ceux de RUBEL (1933), ROLL (1938), VOLLMAR (1947), SOO (1957), GEHU (1961), KAPP et SELL (1965), WATTEZ (1968), PODBIELKOWSKI (1970), KRAUSE (1971), WEBER-OLDECOP (1967, 1973a et b) PODBIELKOWSKI et TOMASZEWSKI (1974), PEDROTTI (1975), BARBE (1975) NOIRFALISE et DETHIOUX (1977), OBERDORFER (1980), GEHU et MERIAUX (Colloques phytosociologiques 1981, à paraître), MERIAUX (Colloques phytosociologiques 1981, à paraître), MERIAUX et VERDEVOYE (Colloques phytosociologiques 1981, à paraître). Nous nous sommes également appuyés sur notre travail en cours "Contribution à l'étude des végétations aquatiques et subaquatiques du nord-ouest de la France" dans lequel figureront les tableaux de végétation des associations reconnues.

Nous nous sommes écartés des systèmes de DEN HARTOG et SEGAL (1964), de WESTHOFF et DEN HELD (1969) et de celui de PASSARGE (1978) en raison de leur grande complexité, car trop basés sur les critères physiologiques et la stratification de la végétation, mais aussi à cause du peu de caractéristiques ou de différentielles pour les nombreux ordres et alliances retenus.

Contrairement à TÜXEN nous avons pris en compte le *Nymphaeion* d'OBERDORFER mais aussi le *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964 optant ainsi pour les schémas de MATUSKIEWICZ et de POTT.

Dans notre synopsis des principales unités syntaxonomiques des *Potametea* du nord-ouest de la France sont indiquées les espèces de la classe et de l'ordre ainsi que celles des alliances (espèces caractéristiques "fortes et faibles", espèces différentielles).

Potametea R. Tüxen et Preising 1942

Potametalia W. Koch 1926

Caractéristiques : *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Ranunculus circinatus*, *Potamogeton crispus*

Potamion eurosibericum W. Koch 1926 em. Oberdorfer 1957

Caractéristiques : *Potamogeton lucens*, *P. trichoides*, *P. pectinatus* var. *scoparius*, *P. obtusifolius*, *P. friesii*, *P. perfoliatus* fo. *pseudodensus*, *P. panormitanus*, *P. x decipiens*, *P. x lintonii*, *Zannichellia palustris* subsp. *palustris*, *P. gramineus** fo. *lacustris*.

Différentielles : *Chara vulgaris*, *C. major*, *C. globularis*

. *Potametum lucentis* Hueck 1931

. *Potametum pusillo-graminei* W. Koch 1926 em. Görs 1977

. *Potametum trichoidis* (Freitag, Markus et Schwippl 1958) R. Tüxen 1965

. *Najadetum marinae* (Libbert 1952) G. Lang 1967

. *Zannichellietum palustris* (Baumann 1915) G. Lang 1967

. *Potametum pectinati* Carstensen 1955

. *Potametum obtusifolii* (Carstensen 1954) Segal 1965

. Gt à *Potamogeton crispus*

. Gt à *Potamogeton friesii*

Nymphaeion Oberdorfer 1957

Caractéristiques : *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *N. alba* var. *occidentalis*, *Potamogeton natans*, *Polygonum amphibium* fo. *aquaticum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Stratiotes aloides*, *Utricularia vulgaris*, *U. australis*, *Potamogeton coloratus* fo. *rotundifolius*, *Nymphoides peltata**

Différentielles : *Nitella gracilis*, *N. flexilis*, *Nitellopsis obtusa*, *Chara globularis*

. *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926

. *Nymphaeetum minoris* Vollmar 1947

. *Hydrocharito-Stratiotetum* (Van Langendonck 1935) Westhoff (1942) 1946

. *Utricularietum neglectae* Segal 1965

. *Nymphoidetum peltatae* (Allorge 1922) Bellot 1951

. Gt à *Utricularia vulgaris*

. Gt à *Potamogeton coloratus* fo. *rotundifolius*

. Gt à *Elodea canadensis*

. Gt à *Elodea nuttallii*

. Gt à *Ranunculus circinatus*

. Gt à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae*

Ranunculion aquatilis Passarge 1964

Caractéristiques : *Ranunculus aquatilis*, *R. peltatus*, *R. tripartitus*, *R. trichophyllus*, *Hottonia palustris*, *Callitriche platycarpa* fo. *typica*, *C. hamulata* fo. *typica*, *C. stagnalis* fo. *typica*

Différentielles : *Glyceria fluitans*, *G. plicata*, *Chara vulgaris*

. *Hottonietum palustris* R. Tüxen 1937

. *Ranunculetum aquatilis* Sauer (1945) 1947

. *Ranunculetum peltati* Segal 1967

. *Callitrichetum stagnalis* Segal 1967

. Gt à *Callitriche platycarpa* fo. *typica*

Ranunculion fluitantis Neuhäusl 1959

Caractéristiques : *Ranunculus penicillatus* var. *typicus*, *R. penicillatus* var. *calcareus*, *R. trichophyllus* fo. *fluviatilis*, *R. fluitans*, *R. peltatus* fo. *fluitans*, *Oenanthe fluviatilis*, *Potamogeton pectinatus* var. *interruptus*, *P. perfoliatus* var. *typicus*, *P. densus* fo.

* non revu depuis quelques années

angustifolius, *P. alpinus* var. *aboncurus*, *P. crispus* fo. *longifolius*, *P. natans* fo. *prolixus*, *P. berchtoldii*, *Callitriche obtusangula*, *C. platycarpa* fo. *submersa*, *C. stagnalis* fo. *submersa*, *C. hamulata* fo. *submersa*, *C. truncata* subsp. *occidentalis*, *Sium erectum* fo. *submersum*, *Apium nodiflorum* fo. *submersum*, *Nasturtium officinale* fo. *submersa*, *Zarnichellia palustris* subsp. *palustris* fo. *fluviatilis*, *Elodea ernstae*, *Sparganium emersum* var. *longissimum*, *S. emersum* fo. *fluitans*, *S. erectum* var. *neglectum* fo. *fluitans*, *Veronica beccabunga* fo. *submersa*, *V. anagallis aquatica* fo. *submersa*, *Nuphar lutea* fo. *submersa*, *Butomus umbellatus* fo. *vallisneriifolius*, *Scirpus lacustris* fo. *fluitans*, *Sagittaria sagittifolia* fo. *vallisneriifolia*, *Hippuris vulgaris* fo. *fluviatilis*, *Myriophyllum alterniflorum*
 Différentielles : *Fontinalis antipyretica*, *Cladophora glomerata*, *Platyphynidium riparioides*.

Compagnes préférentielles : *Glyceria fluitans* fo. *natans*, *Phalaris arundinacea* fo. *submersa*, *Mentha aquatica* fo. *submersa*, *Myosotis palustris* fo. *submersa*.

- . *Ranunculo (fluitanti)-Sietum erecti-submersi* (Roll 1939) Th. Müller 1962
- . *Ranunculo (penicillati) - Sietum erecti submersi* Mériaux 1981
- . *Potamo-Ranunculetum fluitantis* (W. Koch 1926) Oberdorfer 1957
- . *Callitrichetum obtusangulae* (Seibert 1962) Mériaux 1981
- . *Sparganio-Potametum pectinati* Hilbig 1971
- . *Callitrichetum hamulatae* Oberdorfer 1957
- . *Veronico beccabungae-Callitrichetum platycarpae* Mériaux 1977
- . *Callitricho-Myriophylletum alterniflori* Steusloff 1939
- . Gt à *Potamogeton alpinus* var. *obscurus*
- . Gt à *Potamogeton densus*
- . Gt à *Nuphar lutea* fo. *submersa*
- . Gt à *Elodea ernstae*
- . Gt à *Callitriche platycarpa* fo. *submersa*

Les groupements pionniers à *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Ranunculus circinatus* montrent des affinités pour le *Nymphaeion* celui à *Potamogeton crispus* pour le *Potamion*.

Le *Ceratophylletum submersi* Den Hartog et Segal 1964 pourrait prendre place dans les *Ruppiaetea maritima* J. Tuxen 1960 aux côtés du *Ranunculetum baudotii* et du *Ruppiaetum spiralis*. L'étude floristique et écologique menée par DEN HARTOG (1963) sur les groupements liés aux eaux ayant une teneur en NaCl élevée, nos propres observations effectuées aux Pays-Bas, en Autriche et sur le littoral français sur le groupement à *Ceratophyllum submersum* nous amènent à opter (provisoirement ?) pour cette solution.

Les associations du *Ranunculion aquatilis* présentent souvent en compagnes *Rorippa amphibia*, *Mentha aquatica*, *Oenanthe aquatica* sous une forme submerse. Le *Lemnetum trisulcae* (Kelhofer 1915) Knapp et Stoffers 1962 et le groupement à *Lemna minor* sont souvent superposés à ces associations. Leur évolution s'effectue vers des roselières basses rattachées au *Phragmitetea* ou des groupements prairiaux humides de l'*Agropyro-Rumicion (Molinio-Arrhenatheretea)* ou parfois encore des *Bidentetea* :

- Phragmitetea*
- Rorippo-Oenanthetum*
- Butometum umbellati*
- Gt à *Alisma plantago-aquatica*
- Gt à *Hippuris vulgaris*
- Glycerietum plicatae*
- Gt à *Eleocharis palustris*

Molinio-Arrhenateretea

. Gt à *Agrostis stolonifera* et *Glyceria fluitans*
Rumici-Alopecuretum genniculati

Bidentetea

Alopecuretum aequalis

CONCLUSION

4 alliances ont été retenues : le *Nymphaeion*, le *Potamion* le *Ranunculion fluitantis* et le *Ranunculion aquatilis*.

A ces alliances se rattachent 24 associations et 14 groupements. Certaines de ces associations comme le *Myriophyllo-Nupharetum* et le *Potametum lucentis* sont bien répandues, d'autres sont rares, voire très rares, aux niveaux régional et national : *Potametum obtusifolii*, *Potametum trichodis*, *Najadatum marinae*, *Nymphaeetum minoris* et *Utricularietum neglectae*.

BIBLIOGRAPHIE

- BARBE, J., 1975. - Organismes dulçaquicoles de France-Comté. VII - Clé de détermination des groupements végétaux. 3ème série, 16 : 25-31.
- BARREAU, H., 1982. - Contribution à l'étude phytosociologique des étangs de Dombes. Essai de synthèse systématique des groupements aquatiques et sub-aquatiques. Thèse Docteur-Ingénieur, Paris, 98 p. + 76 p. ann.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1931. - Aperçu des groupements végétaux du Bas-Languedoc. *SIGMA Comm.* 9 : 35-40.
- BRAUN-BLANQUET, J., et R. TÜXEN, 1943. - Übersicht der höheren Vegetationseinheiten Mitteleuropas (unter Aussehluß der Hochgebirge). *SIGMA Comm.* 84 : 11 p.
- ELLENBERG, H., 1978. - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in Ökologischer Sicht. 2 Aufl. 981 p. Stuttgart.
- GEHU, J.-M., 1961. - Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. (Thèse Doct. Etat en Pharmacie 1959). *Vegetatio* 10 : 69-148, 161-209, 257-372. Den Haag.
- GEHU, J.-M., 1973. - Unités taxonomiques et végétation potentielle naturelle du Nord de la France. *Doc. Phytos.* 4 : 1-22. Lille.
- GEHU, J.-M., et MERIAUX, J.-L. - Distribution géographique et synécologie des renoncules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X. Les végétations aquatiques et amphibies* Lille 1981. à paraître.
- HARTOG, C., DEN, 1963. - Einige waterplantengemeenschappen in Zeeland. *Gorteria* 14 : 155-164. Leiden.
- HARTOG, C., DEN, et S., SEGAL, 1964. - A new classification of waterplant communities. *Acta Bot. Neerl.* 13 : 367-393.
- HILBIG, W., 1971. - Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen der DDR. I. Die Wasserpflanzengesellschaften. *Hercynia N.F.* 8 : 4-33. Leipzig.
- KAPP, E., et Y. SELL, 1965. - Les associations aquatiques d'Alsace. 1ère partie : Strasbourg et ses environs. *Bull. Ass. philom. Alsace Lorraine* 12 : 66-78. Strasbourg.
- KOCH, W., 1926. - Die Vegetation der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. *Jahrb. St Gallen Naturw. Ges.*, 61 : 1-146.
- KRAUSCH, H.-D., 1964. - Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes. I. Die Gesellschaften des Offenen Wassers. *Limnologica* 2 : 145-203.
- KRAUSE, W., 1971. - Die Makrophytische Wasservegetation der Oberrheinebene. Die Aschenregion. *Arch. Hydrob. suppl.* 37 : 387-465.
- LEBRUN, J., NOIRFALISE, A., HEINEMANN, E., et C., VANDEN-BERGHEN, 1949. - Les associations végétales de Belgique. *Bull. Soc. Royal Bot. Belg.* 82 : 105-207. Bruxelles.
- LOHMEYER, W., MATUSKIEWICZ, MERKER, H., MOORE, J.-J., MULLER, Th., OBERDORFER, E., POLI, E., SEIBERT, P., SUKOPP, H., TRAUTMANN, W., TÜXEN, J., TÜXEN, R., et V., WESTHOFF 1962. - Contribution à l'unification du système phytosociologique pour l'Europe majeure et nord-occidentale. *Melhoramento* 15 : 137-151.
- MATUSZKIEWICZ, W., 1980. - Synopsis und geographische Analyse der Pflanzengesellschaften von Polen. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 22 : 19-50. Göttingen.
- MERIAUX, J.-L., 1978. - Etude analytique et comparative de la végétation d'étangs et marais du Nord de la France. *Doc. Phytos. N.S.* III : 1-244. Lille.

- MERIAUX, J.-L. - Remarques sur la synsystématique des *Potametea*. *Colloques phytosociologiques X*. Les végétations aquatiques et amphibies Lille 1981. A paraître.
- MERIAUX, J.-L. - Contribution à l'étude des végétations aquatiques et subaquatiques du nord-ouest de la France (floristique, phytocoenologie, écosystématique, méthodes de cotation des milieux et cartographie typologique), (thèse Doct. Etat Sciences en préparation).
- MERIAUX, J.-L., et P. VERDEVOYE. - Données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 (synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée). *Colloques phytosociologiques X*. Les végétations aquatiques et amphibies Lille 1981. à paraître.
- MÜLLER, Th., 1962. - Die Fluthahnenfußgesellschaften unserer Fließgewässer. *Landesst. f. Natursch. u. Landschaftspfl. Baden-Württemb.* 30 : 152-163.
- MÜLLER, Th., et S., GÖRS, 1960. - Pflanzengesellschaften stehender Gewässer in Baden-Württemberg. *Beitr. natur. Forsch. S.W.-Deutschl.* 19 : 60-100.
- NEDELCU, G.A., 1973. - Soziologische und ökologische studien über wasser- und sumpfpflanzen einiger wasserbecken der rumanischen ebene. *Dissertationes botanicae* 21 : 1-220. J. Cramer Lehre.
- NEUHÄUSL, R., 1959. - Die Pflanzengesellschaften des südöstlichen Teiles des Wittingauer Beckens. *Preslia* 31 : 115-147. Praha.
- NOIRFALISE, A., et M., DETHIOUX, 1977. - Synopsis des végétations aquatiques d'eau douce en Belgique. *Comm. Centre Ecologie forestière et rurale (I.R.S. I.A.)* N.S. 14 : 25 p.
- OBERDORFER, E., 1977. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I. 311 p. G. Fischer Verlag. Stuttgart.
- OBERDORFER, E., 1979. - Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. 4 Aufl. 997 p. Ulmer.
- OBERDORFER, E., GÖRS, S., KORNECK, D., LOHMEYER, W., MÜLLER, Th., PHILIPPI, G., et P., SEIBERT, 1967. - Systematische Übersicht der westdeutschen Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen- Gesellschaften. *Schriftenr. Vegetationsk.* (Bonn-Bad Godesberg) 2 : 7-62.
- PASSARGE, H., 1964. - Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen. Flachlandes I. *Pflanzensoziologie* 13 : 324 p. G. Fischer Verlag. Jena.
- PASSARGE, H., 1978. - Übersicht über mitteleuropäische Gefäßpflanzengesellschaften. *Feddes Repertorium* 89 : 133-195. Berlin.
- PEDROTTI, F., 1975. - Associazioni vegetali presenti nei Piani carsici dell' Apennino esplorati fino ad oggi (Montelago, Colfiorito, Pian Grande di Castelluccio, S. Scolastica, Raseino Val Voltigno, Quarto Grande, Rotonde). Document original 7 p.
- PEDROTTI, F., et E., ORSOMANDO. - Les associations des milieux humides près de Rieti (Italie centrale). *Colloques phytosociologiques X*. Les végétations aquatiques et amphibies Lille 1981. Document original 1 p.
- PIGNATTI, S., 1953. - Introduzione allo studio fitosociologico della pianure Veneta orientale. *Atti Inst. Bot. Univ. Lab. Crittogamico Pavia* série 5, 9 : 92-258.
- PODBIELKOWSKI, Z., 1970. - Die vegetation und der Verlauf des Verwachsungsprozesses der künstlichen Wasserbecken und Wasserläufe der Mazowsze-Niederung. *Acta Soc. Bot. poloniae* 39 : 63-114. Warszawa.
- PODBIELKOWSKI, Z., et H., TOMASZEWSKI, 1974. - Syntaxonomic position of *Hydrocharicetum morsus-ranae* van Langendonck 1935. *Acta Soc. Bot. poloniae* 63 : 377-380. Warszawa.
- POTT, R., 1980. - Die Wasser- und Sumpfvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht- Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchun-

- RIVAS-MARTINEZ, S., 1974. - Sintaxones conocidos de l'area asturiano-leonesa a estudiar, *Amicale phytosociologique*, Session Asturias 11 p.
- ROLL, H., 1938. - Die Pflanzengesellschaften ostholsteinischer Fließgewässer. *Arch. Hydrob.* 34 : 159-305.
- RÜBEL, F., 1933. - Versuch einer Übersicht über die Pflanzengesellschaften der Schweiz. *Ber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel.* 1932 : 19-30.
- RUNGE, F., 1973. - Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 246 p. Verlag Aschendorff Münster.
- SEGAL, S., 1965. - Ein vegetatieonderzoek van de hogere waterplanten in Nederland. *Wetensch. Meded. KNNV* 57 : 1-80. Hoogwoud.
- SEGAL, S., 1968. - Schwierigkeiten bei der Systematik von Moorgesellschaften. *Ber. Int. Symp. Pflanzensoz. Syst. Stolzenau/Weser 1964* 220-229.
- SOÓ, R., 1957. - Systematische Übersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften. I. *Acta Bot. Acad. Sc. Hung.* 3 : 317-373. Budapest.
- TÜXEN, R., 1937. - Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen* 3 : 1-170.
- TÜXEN, R., 1955. - Das system der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 5 : 155-176.
- TÜXEN, R., 1975. - Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens Entwurf für eine Übersicht der niedersächsischen Pflanzengesellschaften und ihrer Schutzbedürftigkeit. *Amicale phytosociologique*, Session Allemagne du Nord, 31 p.
- TÜXEN, R., et E., PREISING, 1942. - Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften. *Deutsche Wasserwirtschaft* 37 : 10-17, 57-69.
- VLIEGER, J., 1937. - Aperçu sur les unités phytosociologiques supérieures des Pays-Bas. *Ned. Kruidk. Arch.* 47 : 335-353.
- VOLLMAR, F., 1947. - Die Pflanzengesellschaften des Murnauer. Teil I. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 27, 13-97. München.
- WATTEZ, J.-R., 1968. - Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. Thèse Doct. Etat en Pharmacie, 382 p., 74 tabl. Lille.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1969. - Wasserpflanzengesellschaften im östlichen Niedersachsen. Diss. T.U. Hannover, 172 p. Hannover.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1973a. - Das *Parvopotameto-Zannichellietum* W. Koch 1926 um Braunschweig und Hannover. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 15/16 : 86-87. Todenmann-Göttingen.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1973b. - Das *Myriophyllo-Nupharetum* W. Koch 1926 in Altwasser der Aller-Talsand-Ebene. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 15:16 : 88-90. Todenmann-Göttingen.
- WESTHOFF, V., et A.J., DEN HELD, 1969. - Plantengemeenschappen in Nederland 324 p. B.V.W. J. Thieme et Cie. Zutphen.
- WIEGLEB, G., 1978. - Vorläufige Übersicht über die Wasserpflanzengesellschaften der Klasse *Potamogetonetea* im südlichen und östlichen Niedersachsen. *Ber. Naturhist. Ges. Hannover* 121 : 35-50. Hannover.
- ZAHLHEIMER, W., 1979. - Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.* 38 : 3-398.

DISCUSSION

- R. GERDOL. - J'ai noté votre groupement à *Ceratophyllum demersum* et *Hydrocharis morsus-ranae*, que vous avez placé dans le *Nymphaeion*. Je peux dire que dans les canaux d'irrigation de la plaine du Pô on trouve un groupement à *Ceratophyllum demersum*, très répandu dans les eaux fortement chargées de matières organiques, où *Hydrocharis morsus-ranae* est souvent absente, ce premier groupement étant très proche du *Ceratophyllum demersum* Gesellschaft placé par OBERDORFER dans le *Potamogetonion*. J'aimerais savoir quelle est votre opinion sur la position phytosociologique de ces 2 espèces ?
- J.-L. MERIAUX. - *Ceratophyllum demersum* est une espèce de la classe mais montre une préférence pour les eaux calmes ou peu courantes et *Hydrocharis morsus-ranae* une caractéristique du *Nymphaeion*.
- P. JAEGER. - *Ceratophyllum submersum* a été observé par JAEGER et KAPP dans l'embouchure du Sauer (Bas-Rhin) avec *Trapa natans*. *Elodea canadensis* semble supplanté par *Elodea ernstae*, et *Elodea nuttallii*. Les deux, qui fleurissent en septembre-octobre dans la mare de l'Ill (Bas-Rhin), se reconnaissent immédiatement grâce à la structure des fleurs.
- G. WIEGLEB. - J'aimerais bien faire deux remarques :
- 1°) Je ne suis pas d'accord avec votre *Nymphaeion*. Il faut que l'on réserve le nom de "*Nymphaeion*" aux groupements dominés par des Nymphaeides. C'est vrai particulièrement pour les Myriophyllums qui ont leur optimum au *Potamion*.
 - 2°) Je ne suis pas d'accord aussi avec le *Ranunculion fluitantis*. Je pense que votre classification est seulement régionale et pas valable en grande échelle, par exemple pour l'Europe atlantique et semi-atlantique. Ils existent 3 (ou 4) grandes unités, mais ce n'est pas possible de les discuter sans tableaux.
- Je pose une question supplémentaire : comment déterminez-vous les Myriophyllums ? Je pense que beaucoup de *Myriophyllum spicatum* de la littérature sont vraiment *Myriophyllum alterniflorum* dans les rivières avec une vitesse de courant plus grande que 0,2 m/s.
- J.-L. MERIAUX. - 1°) Je ne crois pas que *Myriophyllum spicatum* et encore moins *Myriophyllum verticillatum* aient leur optimum dans le *Potamion*. Je suis persuadé qu'ils l'ont dans le *Nymphaeion*. Protégés par les feuilles des nénuphars ils s'épanouissent dans les eaux calmes où ils présentent une reproduction sexuée optimale (pollen fertile, fruits bien formés).
- 2°) Le synsystème pour le nord-ouest de la France a été mis au point non seulement à partir des tableaux d'association et de synthèse mais aussi d'observations réalisées dans la plupart des pays de l'Europe de l'ouest et d'un très important dépouillement des données de la littérature.
 - 3°) Les Myriophylles (*Myriophyllum spicatum* et *M. verticillatum*) sont déterminés d'après leur inflorescence. Tout individu stérile est prélevé, transplanté dans un bac de culture et déterminé après floraison et fructification. *Myriophyllum alterniflorum* est essentiellement lié aux eaux pauvres en matières minérales (eaux oligotrophes) et *Myriophyllum spicatum* dans les eaux vives mésotrophes ou faiblement eutrophes présente des accommodats qui lui ressemblent très fortement !
- C. DEN HARTOG. 1) Votre *Nymphaeion* est un mélange de groupements de structure très différente. Le vrai *Nymphaeion* est caractérisé par la dominance de macronymphaeides (*Nymphaea*, *Nuphar*). L'*Hydrocharo-Stratiotetum* est si différent quant à sa composition floristique, sa structure et son cycle annuel que cette association peut être classée dans une classe indépendante les *Stratiotetea*.

2) Le *Callitricho-Batrachion* et le *Ranunculion fluitantis* de votre tableau ont beaucoup d'espèces en commun. Les différences sont seulement dans les formes morphologiques des taxa induites par les milieux différents d'eau stagnante et d'eau courante ; ces formes ne sont pas génétiques. Votre *Ranunculion* comprend aussi un nombre de pseudohydrophytes qui peuvent seulement accomplir leur cycle de vie quand ils sont émergés. A mon avis, le *Ranunculion* n'est pas homogène, mais c'est un mélange de deux groupements : *Callitricho-Batrachion* et dans une association des pseudohydrophytes.

- J.-L. MERIAUX. - 1) D'après ce que j'ai pu voir de l'*Hydrocharito-Stratiotetum* je ne pense pas qu'on puisse l'intégrer dans une classe indépendante des *Stratiotetea* et je crois qu'il a sa place dans le *Nymphaeion*.
2) L'existence d'un courant conditionne l'apparition d'accomodats qui se rattachent à des groupements bien définis comme le *Ranunculo-Sietum erecti-submersi* ou le *Callitrichetum obtusangulae*. Ces groupements s'intègrent dans le *Ranunculion fluitantis*. Le *Callitricho-Batrachion* n'est pour moi qu'un mélange d'associations du *Ranunculion fluitantis* (alliance regroupant les associations des eaux courantes) et du *Ranunculion aquatilis* (alliance réunissant les associations des eaux stagnantes, des mares et queues d'étangs).
- J.-B. BOUZILLE. - *Ceratophyllum submersum* est présent en plusieurs endroits sur le littoral vendéen, marais breton et marais poitevin.
- J. CHATIB. - J'ai découvert *Ceratophyllum submersum* en bord du plateau de l'argile à silex en Seine-Maritime (Pays de Caux) dans une mare abreuvoir de prairie. Il est très abondant, et accompagné par *Utricularia* cf. *minor* et *Ranunculus aquatilis*.
- F. PEDROTTI. - J'aimerais connaître votre pensée à propos de l'écologie de *Najadetum marinae*.
- J.-L. MERIAUX. - J'ai relevé le *Najadetum marinae* sur substrat sableux parfois recouvert d'une importante couche de vase mais aussi sur substrat tourbeux basique masquant la craie. Les eaux qui le baignent sont eutrophes et il semble pouvoir supporter des pollutions notables en Cl^- , Na^+ et SO_4^{--} . Son amplitude écologique paraît donc assez grande.
- K. DIERSSEN. - 1) Does *Potamogeton pectinatus* merit the status of a characteristic species on association level ?
2) ROTHMALER considers *Nymphaea minor* an ecomorphose of poor habitats without any systematic rank. What is your opinion ?
3) What about the synsystematic rank of *Hydrocharition* communities in relation to other alliances of the class *Potamogetonetea* ?
4) What about the differentiation between *Callitricho-Batrachion* and *Ranunculion fluitantis* from a floristical viewpoint ?
- J.-L. MERIAUX. - 1) Il faut distinguer *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius* espèce du *Potamion*, caractéristique du *Potametum pectinati* Carstensen 1955 et *Potamogeton pectinatus* var. *interruptus* espèce du *Ranunculion fluitantis* caractéristique du *Sparganio-Potametum pectinati* Hilbig 1971 (avec *Sparganium emersum* var. *longissimum*).
2) *Nymphaea minor* (*Nymphaea alba* subsp. *occidentalis*) et *Nymphaea alba* subsp. *alba* coexistent dans des eaux méso-eutrophes. Transplanté dans des eaux oligotrophes ou mésotrophes ou encore faiblement eutrophes *Nymphaea minor* conserve des feuilles et des fleurs nettement plus petites que la sous-espèce type (*Nymphaea alba* subsp. *alba*). *Nymphaea minor* est donc "génétiquement fixé" et ne peut être considéré comme une écomorphose. Il constitue la caractéristique du *Nymphaeetum minoris* association des eaux oligotrophes à méso-eutrophes, limpides, moyennement profondes (1 m à 1,50 m) ne recevant aucun apport externe polluant.

3) Comme PODBIELKOWSKI, TOWASZEWICZ, R. TÜXEN, GEHU, WESTHOFF... je considère que *Hydrocharis morsus-ranae* est une espèce des *Potametea*, je ne crois donc pas en l'existence de l'alliance de l'*Hydrocharition* rattaché aux *Lemnetea*.

4) Le *Callitricho-Batrachion* Den Hartog et Segal 1964 ne fait pas la distinction entre les associations d'hydrophytes des eaux courantes et celles des eaux stagnantes (mares et queues d'étangs). Elle réunit le *Ranunculion fluitantis* Neuhäusl 1959 (alliance regroupant les associations des eaux vives comme le *Callitricho-Myriophylletum alterniflori*, le *Callitrichetum obtusangulae*, le *Sparganio-Potametum pectinati*) et le *Ranunculion aquatilis* Passarge 1964 (alliance intégrant les associations des eaux stagnantes peu profondes liées aux petits plans d'eau, comme le *Ranunculetum aquatilis*, le *Ranunculetum peltati*, l'*Hottonietum palustris*).

REMARQUES SUR LA SYNTAXONOMIE DES POTAMETEA

par Jean-Luc MERIAUX

Laboratoire de Botanique
Université de Lille I
59650 Villeveuve d'Ascqet Institut européen d'Ecologie
1, rue des Récollets
57000 Metz

RESUME :

Un ensemble de règles à suivre concernant la méthodologie de terrain (aire et période des relevés) et la prise en considération des facteurs biotiques et abiotiques du milieu (rôle des animaux et de l'homme, état physico-chimique des eaux, pollutions chroniques ou accidentelles) est formulé en vue d'une concordance dans la procédure des relevés de végétation à effectuer.

La nécessité d'une détermination précise des espèces appartenant à des genres pour lesquels se posent des problèmes taxonomiques (genres *Callitriche*, *Ranunculus*), l'obligation, dans certains cas, d'une précision dans la détermination au niveau des sous-espèces, variétés et de l'indication des morphoses (genres *Potamogeton*, *Callitriche*, *Ranunculus*, *Sparganium*...) est démontrée en vue d'une harmonisation des tableaux de végétation, base de la définition des syntaxons.

L'adoption de ces principes peut seule conduire à une utilisation sans restriction des tableaux à des fins de synthèse à l'échelle régionale, nationale ou européenne et déboucher sur un schéma synsystématique reconnu par tous les auteurs.

SUMMARY :

A set of rules to be followed as regards the methodology of the ground (location and time of relevés) and the taking into account of biotic and abiotic factors of the area (part played by animals and humans, physico-chemical characters of the waters, permanent or casual pollution) are given in view of a correspondance in the way vegetation relevés are taken.

In order to harmonize vegetal tables as bases to a definition of syntaxons, the need is demonstrated of an accurate determination of the species belonging to types for which taxonomic problems occur (*Callitriche*, *Ranunculus*),

as well as the obligation to some extent of a minuteness in the determination of sub-species, variety and the information on morphosis (such as: *Potamogeton*, *Callitriche*, *Ranunculus*, *Sparganium*...).

The role acceptance of those principles may lead to an unrestrictive use of the tables in view of a synthesis on the regional, national or even European level and open up on to a synsystematic scheme acknowledged by all authors.

ZUSAMMENFASSUNG

Verschiedene Regeln werden gegeben, die sich auf die Methodologie am Standort beziehen (Fläche und Zahl der Aufnahmen). Es wird beachtet, dass biotischen und abiotischen Faktoren der Standorten (Rolle der Tieren, und des Menschen, physikalische und chemische Verhältnisse des Wassers, chronische und zufällige Verschmutzungen) in Berücksichtigung genommen werden. Das Ziel dieser Regeln ist, die Übereinstimmung in der Anwendung der Phytosilogie zu erhalten.

Es wird bewiesen, dass Arten, die Gattungen gehören, in deren taxonomische Problemen auftauchen, genau bestimmt seien (Gattung *Callitriche*, *Ranunculus* zum Beispiel), und dass man auch in manchen Fällen sich bemühe, Unterarten oder Varietäten mit Angabe ihrer Morphose zu bestimmen (Gattung *Potamogeton*, *Callitriche*, *Ranunculus*, *Sparganium*...). So kann die Harmonisation der Vegetations Tabellen, die Basis der Syntaxon sind, erreicht werden.

Das Annehmen dieser Prinzipien ist die einzige Bedingung die Tabellen, ohne Vorbehalt, benutzen zu können, und aus ihnen regionale, nationale oder europäische Synthesen herausziehen zu können, die von allen Autoren annehmbar seien.

INTRODUCTION

Plus que toute autre classe celle des *Potametea* pose d'importants problèmes de syntaxonomie. Ces problèmes sont essentiellement liés aux caractères du milieu aquatique (existence ou non d'un courant, fluctuations du niveau selon les saisons, état physico-chimique originel des eaux, nature du substrat, profil du milieu étudié) et aux facteurs externes qui peuvent les modifier (pollutions chroniques ou accidentelles, action mécanique ou chimique de l'homme sur la flore, influence des animaux sur la végétation).

La base de la syntaxonomie étant les tableaux de végétation, la méthodologie de terrain adoptée est primordiale et il semble nécessaire et indispensable, en premier lieu, d'en fixer des normes admises par l'ensemble des auteurs.

En second lieu la détermination précise des espèces des genres difficiles est obligatoire : faute d'une rigoureuse détermination spécifique, voire intraspécifique, l'utilisation d'un grand nombre de travaux à des fins de synthèse à l'échelle de l'Europe se trouve remise en question.

I - PROBLEMES DE METHODOLOGIE DE TERRAIN

Plusieurs éléments sont à considérer :

. aire des relevés

- quelques m² pour ceux du *Potamion* ou du *Ranunculion aquatilis*
- quelques m² à quelques dizaines de m² (50 m²) pour ceux du *Nymphaeion* et du *Ranunculion fluitantis*

. période des relevés

- de juin à septembre, mais en fait il conviendrait de les effectuer en juin en les localisant et en délimitant leur périmètre puis de les revoir en juillet afin d'y intégrer les espèces apparues ou initialement mal développées

. état physico-chimique originel des eaux et pollutions chroniques ou accidentelles

- ils sont à connaître préalablement à la réalisation des relevés car les incidences des pollutions sur la végétation sont souvent considérables. Ainsi, au niveau des rivières, les rejets provenant d'habitations, d'exploitations agricoles ou industrielles sont à rechercher, les variations de la végétation qu'ils engendrent étant souvent spectaculaires mais parfois légères donc plus difficiles à estimer (MERIAUX et GEHU 1979)

. action volontaire de l'homme sur la végétation

- faucardage et traitement chimique des eaux sont fréquents, leur connaissance et leur prise en compte par interrogation des propriétaires des lieux sont importantes.
exemple : le *Myriophyllo-Nupharetum* peut conduire à l'installation d'un *Hottonietum* ou d'un faciès quasi mono-spécifique à *Myriophyllum verticillatum* du *Myriophyllo-Nupharetum*

. rôle des animaux

- il peut être prédominant comme celui du rat musqué (MERIAUX 1978a).

Tous ces éléments pris en compte un relevé ne peut se faire "qu'au moins les pieds dans l'eau" (ce qui semble loin d'être toujours le cas à l'examen des tableaux !) sinon on peut estimer de 20 à 50% des espèces oubliées ; cela est aisément démontré en comparant un relevé fait d'un pont enjambant une rivière (50 % d'oublis) ou d'une barque (20 % d'oublis) et un autre fait dans le lit même de la rivière. Les tableaux réalisés peuvent donc être faussés et parfois la définition des associations et de leurs variations en devient erronée.

II - PROBLEMES DE CONNAISSANCE TAXONOMIQUE

L'absence de détermination spécifique (Charophytes, Bryophytes, genre *Callitriche* pour les Spermatophytes) dans de nombreuses études, les déterminations incertaines car basées sur des clés d'identification sujettes à caution (genre *Ranunculus*, *Callitriche*, *Potamogeton*, *Chara*) engendrent des incertitudes profondes dans la connaissance et la classification de plusieurs associations de la classe des *Potametea*. L'imprécision de dénomination des sous-espèces, variétés, la non désignation des morphoses de nombreux taxons liés aux eaux vives ou stagnantes (fo. *fluviatilis*, fo. *fluitans*, fo. *stagninus*, fo. *submersa*...) amènent les mêmes remarques (MERIAUX et GEHU 1981).

Pour de nombreux relevés la nécessité de prélèvement d'individus stériles, leur mise en culture, puis leur détermination lors de l'apparition des organes reproducteurs et des fruits semblent nécessaire à une utilisation "valable" des relevés.

Trois cas peuvent servir d'exemples :

1) Genre *Ranunculus*

La détermination des différentes espèces de renoncules du sous-genre *Batrachium*, est loin d'être aisée. Des problèmes apparaissent notamment lors de la distinction de *Ranunculus aquatilis* L. et de *R. peltatus* Schrank et à un degré moindre, il est vrai, de *Ranunculus aquatilis* L. et *R. baudotii* Godr., espèces pouvant peupler un même biotope et présenter des hybrides.

Ces problèmes de taxonomie conditionnent une correcte définition des associations caractérisées par ces hydrophytes. Ainsi le *Ranunculetum aquatilis* défini par SAUER en 1945 et le *Ranunculetum peltati* de SEGAL 1967 admis comme synonymes par de nombreux auteurs, qui ne voyaient là qu'une seule et même association, sont-ils deux associations vicariantes, la première à répartition atlantique-subatlantique peuplant les eaux parfois fortement minéralisées, la seconde à distribution plus continentale et développée dans des eaux souvent moins minéralisées.

Le *Ranunculetum baudotii* Braun-Blanquet 1952 quant à lui se substitue au *Ranunculetum aquatilis* dans les biotopes saumâtres à subsaumâtres du littoral ou de l'intérieur comme en Lorraine (GEHU et MERIAUX, Colloques phytosociologiques 1981, à paraître).

2) Genre *Potamogeton*

La détermination des variétés, l'indication des formes des différentes espèces sont très importantes pour la définition, la dénomination exacte et la distribution des associations (KAPP et SELL 1965, OBERDORFER 1977, MERIAUX 1978b, GEHU et MERIAUX 1979).

ex. : *Potamogeton pectinatus* L. → *Potametum pectinati* Carstensen 1955
var. *scoparius*

var. *interruptus* → *Sparganio-Potametum pectinati* Hilbig 1971

↘ *Potamo(perfoliati) -Ranunculatum
fluitantis* W. Koch 1926

3) Genre *Callitriche*

Les espèces sont très rarement mentionnées, et il est souvent indiqué dans les tableaux "*Callitriche* sp." Cependant il arrive qu'elles soient notées mais se posent alors avec acuité les risques de confusions en particulier entre *Callitriche platycarpa* Kütz., *C. obtusangula* Le Gall, *C. stagnalis* Scop. et *C. hamulata* Kütz. ex Koch.

Ainsi *Callitriche platycarpa* n'est cité que par quelques auteurs et apparaît exceptionnellement dans les tableaux de végétation (MERIAUX 1978b, WIEGLEB 1978). Pourtant cette espèce méconnue a une amplitude écologique telle qu'elle est présente dans la plupart des biotopes lacustres et fluviatiles, de l'Europe occidentale où elle peut réaliser avec *Callitriche obtusangula* plus de 90% de la biomasse des groupements en place (rivières peu profondes aux eaux très eutrophisées voire polluées, ruisseaux aux eaux vives méso-eutrophes, mares prairiales alimentées par des sources infra-aquatiques, marges d'étangs).

D'autre part, ces espèces présentent des morphoses liées au courant, aux fluctuations de niveau des plans d'eau qui les abritent, elles correspondent souvent à des variations d'associations (MERIAUX et VERDEVOYE Colloques phytosociologiques 1981, à paraître ; MERIAUX en préparation).

Ainsi des espèces rangées pour des raisons de facilité par un auteur dans les compagnes d'un tableau ou n'apparaissant que sous la dénomination du genre (ex. *Callitriche* sp.) ou d'un groupe d'espèces (*Ranunculus aquatilis sensu lato*, *Callitriche verna* qui regroupent plusieurs espèces) sont en fait des caractéristiques ou des différentielles d'associations ou des différentielles de sous-associations ou de variantes.

Comment prendre en compte par la suite de tels tableaux aussi bien pour la définition des associations et leur distribution que pour les synthèses à l'échelle régionale, nationale ou européenne ?

CONCLUSION

Le problème de méthodologie de terrain (détermination des facteurs abiotiques et biotiques du milieu, puis relevés de végétation) et ceux posés par la connaissance taxonomique est primordial en ce qui concerne la syntaxonomie des *Potametea*.

L'intérêt du travail en équipe (hydrobiologiste, charologue, bryologue, algologue joints au phytosociologue) apparaît évident. Le travail individuel peut en effet conduire à l'élaboration de tableaux artificiels - mais pourtant utilisés par la suite - et ensuite à l'établissement de synsystèmes tronqués ou partiellement faux.

Un tableau de végétation aquatique doit donner par ses composantes floristiques et la précision de leur dénomination taxonomique une parfaite image du biotope et de ses caractères écologiques (abiotiques et biotiques).

BIBLIOGRAPHIE

- GEHU, J.-M., et J.-L. MERIAUX, -1981. - Distribution et synécologie des Renon-
cules du sous-genre *Batrachium* dans le Nord de la France. *Colloques phytosociologiques X*. Les végétations aquatiques et amphibies Lille 1981. A paraître.
- KAPP, E., et Y. SELL., 1965. - Les associations aquatiques d'Alsace. 1ère partie : Strasbourg et ses environs. *Bull. Ass. philom. Als. Lorr.* 12 : 67-78. Strasbourg.
- MERIAUX, J.-L., 1978a. - Le rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) dans l'écosystème étang. *Natura Mosana* 31 : 109-114. Marchienne-au-Pont.
- MERIAUX, J.-L., 1978b. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (vallée de la Sensée et bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). Aspects physiologiques, floristiques, systématiques, chorologiques et écologiques. *Doc. phytos. N.S. III* : 1-244. Lille.
- MERIAUX, J.-L. - Le genre *Callitriche* dans le Nord de la France et les régions voisines (distribution, phytosociologie, écologie et faune associée) en préparation pour LEJEUNIA.
- MERIAUX, J.-L., et J.-M. GEHU, 1979. - Réactions des groupements aquatiques et sub-aquatiques aux changements de l'environnement. *Ber. Int. Symp. Int. Vereinig. Vegetationsk. Epharmonie*, Rinteln 1979 : 121-142.
- MERIAUX, J.-L., et J.-M. GEHU, 1981. - Incidences du degré de connaissance taxonomique en synsystème. II Le cas des végétations aquatiques. *Ber. Inter. Symp. Int. Vereinig. Vegetationsk. Syntaxonomie*, Rinteln 1980 : 269-278.
- MERIAUX, J.-L., et P. VERDEVOYE, 1981. - Données sur le *Callitrichetum obtusangulae* Seibert 1962 (synfloristique, syntaxonomie, synécologie et faune associée). *Colloques phytosociologiques X*. Les végétations aquatiques et amphibies. Lille 1981. A paraître.
- OBERDORFER, E., 1977. - *Süddeutsche Pflanzengesellschaften*. Teil I., 311 p. G. Fischer Verlag, Stuttgart.
- WIEGLEB, G., 1978. - Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydromischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. *Arch. Hydrobiol.* 83 : 443-484. Stuttgart.

DISCUSSION

- A. LACOSTE. - Pouvez-vous nous préciser votre position quant à la prise en considération des espèces algales et bryophytiques pour la définition des associations des *Potametea* ? Personnellement je pense qu'elles ne doivent pas être mélangées aux espèces phanérogamiques et qu'elles sont représentatives d'associations algales et bryophytiques en étroite relation avec l'association phanérogamique.
- R. SCHUMACKER. - Si la question est effectivement importante sur le plan méthodologique, il ne faut cependant pas tout mélanger. Dans des conditions écologiques homogènes, notamment aux niveaux édaphiques et trophiques, toutes les espèces d'un groupement doivent être relevées quelles que soient les embranchements auxquelles elles appartiennent. Sinon on élimine sciemment et souvent pour des raisons ayant trait à des difficultés d'identification, non seulement des éléments importants du point de vue phytosociologique, mais aussi des informations importantes sur les plans écologiques et phytogéographiques. En phytosociologie sigmatiste en tout cas, on n'imagine pas faire des relevés en forêts en ne considérant que la strate arborescente, ! Bien sûr libre à chacun de travailler selon d'autres méthodes comme celle proposée jadis par LIPMAA.
- Pour revenir au fond du problème, concernant algues et bryophytes e.a., il importe de faire toute une série de distinctions.
- Dans le cas des algues par exemple, dans beaucoup de cas, il s'agit d'épiphytes simplement adnés qui ne font pas partie à proprement parler du groupement. Dans d'autres cas, elles en font nettement partie qu'elles soient micro ou macroscopiques au même titre que les hydrophytes "nageants" par exemple.
- En ce qui concerne les bryophytes, dans de nombreux cas, pour les milieux qui nous occupent ici, il ne me paraît pas possible de ne pas les prendre en considération au même titre que les phanérogames, les charophytes... Elles sont implantées dans le même substrat, développant les mêmes formes biologiques... Que l'on pense par exemple aux *Fontinalis*, aux *Leptodyctium* etc... dans les eaux courantes. C'est encore plus évident dans les groupements fontinaux, avec les *Philonotis*, les *Cratoneuron*, etc...
- A. LACOSTE. - Mr. SCHUMACKER a mal compris mon propos. Il ne s'agit pas d'éliminer arbitrairement des relevés certains organismes végétaux mais de concevoir cette végétation des *Potametea*, comme de nombreux autres types de groupements (forestiers, pelouses en mosaïque etc...), sous l'angle de la notion de phytocoenose (intrication d'individus d'association) et non d'associations végétales globales incluant sans distinction (microlocalisation, statut dynamique, métabolisme...) l'ensemble des taxons végétaux.
- J.J. SYMOENS. - Les discussions qui ont suivi l'intéressante communication de Mr. MERIAUX ont soulevé la question de l'intégration des algues dans les associations de plantes aquatiques et de leur rôle en syntaxonomie.
- En fait cette question n'est aisée à résoudre que dans deux cas :
- 1) Celui où les algues, par leur taille, sont comparables aux autres macrophytes aquatiques (cas des Characées, par exemple), et dès lors s'étudient comme eux et avec eux ;
 - 2) Celui où les algues constituent à elles seules, ou seulement accompagnées d'autres végétaux inférieurs, l'intégralité de la végétation d'un biotope (ceintures d'algues marines des rochers littoraux, associations crustacées sur les cailloux des rivières, associations planctoniques en eau libre).

Dans les autres cas se pose l'alternative suivante : convient-il ou non de considérer les algues, quelle que soit leur taille, comme des constituants des groupements de plantes supérieures qu'elles accompagnent ?

Certains auteurs, par exemple, GUINOCHE, dans son travail sur la végétation de l'étage alpin du bassin supérieur de la Tinée, ont opté pour une telle intégration. Nous ne la croyons souhaitable ni d'un point de vue théorique ni du point de vue des méthodes de travail sur le terrain.

Un des traits définissant une association végétale est l'homogénéité relative de composition floristique de ses individus. C'est précisément cette homogénéité qui permet d'en reconnaître sur le terrain les limites spatiales. Or un individu d'une association de plantes supérieures peut être homogène sur une surface relativement étendue, mais néanmoins présenter sur cette même surface des micro habitats assez différents pour qu'on y trouve des assemblages de populations algales très différentes. Ainsi une association de tourbière dont la végétation supérieure est homogène sur quelques ares recèle dans ses dépressions humides une association algale à Desmidiées et Bacillariophycées différente de celle que révèle l'expression des bosses de Sphaignes. L'intégration à l'association de plantes supérieures de toutes les algues qui peuvent lui être associées masque la structure de la phytocoenose que seule révèle une analyse plus synusiale.

De même sur la surface occupée dans un étang par une végétation à dominance de Potamots, on pourra reconnaître une association d'algues périphtiques, une association d'algues benthiques couvrant les sédiments, et, dans l'eau entre les macrophytes, une association planctonique plus ou moins "contaminée" d'espèces benthiques. Ici aussi, le traitement de l'ensemble en une seule association masquerait complètement les aspects structurels de la phytocoenose.

De plus, la succession des aspects saisonniers des végétations de macrophytes et celle des végétations algales sont déterminées par des facteurs différents. Les groupements à macrophytes connaissent des phénophases dont la succession est d'année en année quasi immuable, liée aux formes biologiques des espèces constituantes ; les facteurs du milieu, essentiellement la température et l'éclairement n'influencent pratiquement que la date à laquelle se déclenchent les diverses phases du développement des espèces dont l'assemblage est, sauf intervention humaine, relativement stable. Au contraire, les assemblages d'espèces planctoniques en un même point se remplacent continuellement au cours de l'année, selon des rythmes beaucoup moins prévisibles, la composition floristique elle-même changeant sans cesse sous l'effet des facteurs du milieu, non seulement climatiques, mais aussi nutritifs et biocénétiques (prédation). D'où la plus grande difficulté d'une description et d'une synsystème des associations planctoniques.

Remarquons enfin que, pour définir les associations algales, il convient naturellement de prendre en considération les espèces d'algues appartenant aux divers groupes systématiques, si différents soient-ils. Il est même avantageux de considérer non pas seulement les végétaux, mais encore tous les êtres vivants qui, en raison de leurs dimensions, s'associent au sein d'un même espace dans les biocénoses. MARGALEF a ainsi étendu l'association algale à l'association limnique tout entière, introduisant de façon très heureuse les Protozoaires, Rotifères, Cladocères, Copépodes, larves d'Insectes, etc... dans les associations où ils vivent.

J.-L. MERIAUX. - Il me semble nécessaire et indispensable d'intégrer aux relevés algues macroscopiques et bryophytes implantées dans le même substrat et souvent intimement mêlés aux phanérogames. Ce sont à mon avis les composantes d'une même association.

LA CLASSE DES PHRAGMITETEA DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE

par J.-L. MERIAUX

Laboratoire de Botanique
Université des Sciences
et Techniques de Lille
59650 Villeneuve d'Ascq

et Institut européen d'Ecologie
1, rue des Récollets
57000 Metz

RESUME

Les principaux systèmes de classification adoptés en Europe pour la classe des *Phragmitetea* sont rappelés (modèles de BALATOVA-TULACKOVA, PASSARGE, WESTHOFF et DEN HELD, OBERDORFER et al., TÜXEN).

Le schéma synsystématique proposé pour le nord-ouest de la France est présenté avec indication des espèces caractéristiques et différentielles définies au niveau des unités supérieures :

Phragmitetea Tüxen et Preisling 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926

Phragmition W. Koch 1926

Eleocharito-Sagittarion Passarge 1964

Bolboschoenion maritimae Soo 1947

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

Caricion rostratae Balatova-Tulackova 1963

Caricion gracilis (Gěhu 1961) Balatova-Tulackova 1963

Phalaridion arundinaceae Kopecky 1961

Sparganio-Glycerion fluitantis Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942

Les syntaxons relevés pour chaque alliance ou sous-alliance sont également précisés soit : 28 associations et 14 groupements.

SUMMARY

The main classification systems used in Europe for the *Phragmitetea* class are then recalled (BALATOVA-TULACKOVA'S, PASSARGE'S, WESTHOFF'S, DEN HELD'S, OBERDORFER'S, TUXEN'S models).

The synsystematical scheme put forward as regards North Western France is given with mention of differential characteristic species defined on the level of upper units :

Phragmitetea Tüxen et Preising 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926

Phragmition W. Koch 1926

Eleocharito-Sagittarion Passarge 1964

Bolboschoenion maritimae Soo 1947

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

Caricion rostratae Balatova-Tulackova 1963

Caricion gracilis (Géhu 1961) Balatova-Tulackova 1963

Phalaridion arundinaceae Kopecky 1961

Sparganio-Glycerion fluitantis Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942

Pointed out syntaxons are also given for each alliance or sub-alliance : 28 associations and 14 communities.

ZUSAMMENFASSUNG

Die wichtigsten in Europa angenommenen Gliederungen der *Phragmitetea*-Klasse werden erwähnt (die Zusammenstellung von BALATOVA-TULACKOVA, PASSARGE, WESTHOFF, DEN HELD, OBERDORFER, TUXEN).

Die für Nord-West Frankreich vorgelegte synsystematische Gliederung wird mit Angabe der Charakter- oder der Differentialarten, die höheren Einheiten definieren, erläutert :

Phragmitetea Tüxen et Preising 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926

Phragmition W. Koch 1926

Eleocharito-Sagittarion Passarge 1964

Bolboschoenion maritimae Soo 1947

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

Caricion rostratae Balatova-Tulackova 1963

Caricion gracilis (Géhu 1961) Balatova-Tulackova 1963

Phalaridion arundinaceae Kopecky 1961

Sparganio-Glycerion fluitantis Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942

Die syntaxonomischen Einheiten von Ordnungen oder Unterordnungsreihe werden beschrieben. Sie verteilen sich in : 28 Assoziationen und 14 Gesellschaften.

INTRODUCTION

La classe des *Phragmitetea* qui regroupe les associations de grands hélophytes des bords des eaux fut créée en 1942 par TÜXEN et PREISING. L'histoire de l'évolution de cette classe a été retracé par BARREAU (1982). En 1926 KOCH, dans son étude phytosociologique de la région de Linth, se limite à présenter un ordre des *Phragmitetalia* qui regroupe les associations de roselières et de grandes cariçaies réunies respectivement dans l'alliance du *Phragmition* et du *Magnocaricion*. En 1937 TÜXEN, mais aussi VLEGER, reprennent cette classification et il faut donc attendre 1942 pour qu'apparaisse le terme de *Phragmitetea* dans un travail de TÜXEN et PREISING. Il est repris l'année suivante par BRAUN-BLANQUET et TÜXEN. Pour ces auteurs la classe comporte le seul ordre des *Phragmitetalia* composé de trois alliances : le *Phragmition*, le *Magnocaricion* et le *Glycerion*. Le *Bolboeschoenion*, cité dans de nombreux travaux comme autre alliance des *Phragmitetalia*, est définie par SOO en 1947 alors que celle des *Sparganio-Glycerion* l'est par BRAUN-BLANQUET et SISSINGH en 1942 (in BOER 1942). En 1953 PIGNATTI remodèle totalement le schéma de la classe et distingue trois ordres les *Phragmitetalia* (W. Koch 1926) Pignatti 1953 avec le *Phragmition* et le *Juncion maritimi* Pignatti 1953 non Braun-Blanquet 1931, les *Nasturtio-Glycerietalia* avec le *Sparganio-Glycerion* et les *Magnocaricetalia* avec le *Magnocaricion*.

BALATOVA-TULACKOVA (1963), PASSARGE (1964 et 1978), WESTHOFF et DEN HELD (1969) reprennent ce schéma en y apportant des modifications plus ou moins importantes alors que OBERDORFER et al. (1967), PHILIPPI (1973), TÜXEN (1975) puis OBERDORFER (1977 et 1980) suivi par de nombreux phytosociologues s'en tiennent à un seul ordre comportant selon les uns ou les autres trois ou quatre alliances.

I - LES PRINCIPAUX SYSTEMES DE CLASSIFICATION DES PHRAGMITETEA EN EUROPE

Deux grandes conceptions s'opposent : celles de PIGNATTI repris par BALATOVA-TULACKOVA, PASSARGE, WESTHOFF et DEN HELD, mais aussi KRAUSCH (1964), NEDELCU (1973) et celle de TÜXEN, OBERDORFER, PHILIPPI suivis en cela par PODBIELKOWSKI (1970), GEHU (1973), PASSARGE (1973), PEDROTTI (1975), WIEGLER (1977), ELLENBERG (1978), ZAHLHEIMER (1979), POTT (1980), MATUSZKIEWIEZ (1980)...

1. Conception de PIGNATTI

a) Système de BALATOVA-TULACKOVA (1963)

Phragmitetea Tüxen et Preisling 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926 em. Pignatti 1953 (in Pignatti 1954), non

Phragmitetalia W. Koch 1926

Phragmition W. Koch 1926

Nasturtio-Glycerietalia Pignatti 1953 (in Pignatti 1954)

Glycerio-Sparganion Braun-Blanquet et Sissingh 1942

Magnocaricetalia Pignatti 1953 (in Pignatti 1954)

Caricion rostratae Balatova-Tulackova 1963

Caricion gracilis Balatova-Tulackova 1963 non Neuhäusl 1957

b) Système de WESTHOFF et DEN HELD (1969)

Phragmitetea R. Tüxen et Preisling 1942

Nasturtio-Glycerietalia Pignatti 1953 em. Segal

Glycerio-Sparganion Braun-Blanquet et Sissingh 1942 apud Boer 1942 em Segal

Apion nodiflori Segal all. nov.

Cicution virosae Hejny 1960 em. Segal

Phragmitetalia W. Koch 1926 em. Pignatti 1953 denus em. Segal et Westhoff

Phragmition communis W. Koch 1926 em. Balatova-Tulackova 1963

Oenanthion aquatica Hejny 1948

Magnocaricetalia Pignatti 1953

Magnocaricion W. Koch 1926

c) Système de PASSARGE (1978)

Phragmitetea Tüxen et Preising 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926 em. Pignatti 1953

Phragmition W. Koch 1926 em. Passarge 1964

Bolboeschoenion maritimi Dahl et Hadac 1941

Nasturtio-Glycerietalia Pignatti 1953 em. Passarge 1964

Glycerio-Sparganion Braun-Blanquet et Sissingh 1942

Oenanthion Hejny 1960

Eleocharito-Sagittarion Passarge 1964

Phalarido-Glycerion maximae Passarge 1964

Magnocaricetalia Pignatti 1953

Magnocaricion gracilis (Neuhäusl 1957) Géhu 1961

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

2. Conception de TUXEN et OBERDORFER

a) Systèmes d'OBERDORFER

OBERDORFER et coll. (1967) adopte le schéma de classification suivant :

Phragmitetea Tüxen et Preising 1942

Phragmitetalia eurosiberica (W. Koch 1926) Tüxen et Preising 1942

Phragmition W. Koch 1926

Eleocharito-Sagittarion Passarge 1964

Glycerio-Sparganion Braun-Blanquet et Sissingh 1942

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

Caricion rostratae Balatova-Tulackova 1963

Caricion gracilis (Géhu 1961) Balatova-Tulackova 1963

Ce système est repris par OBERDORFER en 1977 puis en 1980 mais l'*Eleocharito-Sagittarion* n'y figure plus alors qu'apparaît le *Scirpion maritimi* Dahl et Hadac 1941.

b) Système de TUXEN (1975)

Dans son système proposé en 1975 TUXEN inclus le *Phalaridion* Kopecky 1961.

Phragmitetea Tüxen et Preising 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926

Phragmition W. Koch 1926

Glycerio-Sparganion Braun-Blanquet et Sissingh 1942 apud Boer 1942

Phalaridion arundinaceae Kopecky 1961

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

Caricion rostratae Balatova-Tulackova 1963

Caricion gracilis (Géhu 1961) Balatova-Tulackova 1963

II - LA CLASSE DES PHRAGMITETEA DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE : SYSTEME PROPOSE ET UNITES SYNTAXONOMIQUES RETENUES

L'élaboration de ce système nous a amenés à examiner ou à utiliser, outre les travaux des auteurs précités, de nombreuses autres études, entre autres celles de BRAUN-BLANQUET (1931), BOER (1942), LEBRUN et al. (1949), TUXEN (1955), SOO (1957), GEHU (1953), LOHMEYER et al. (1962), KOPECKY (1967), WATTEZ (1968), TOMASZEWICZ (1973), RIVAS-MARTINEZ (1974), PEDROTTI (1975), BARBE (1975), MERIAUX (1978 et à paraître : *Colloques phytosociologiques* Lille 1981), PEDROTTI et ORSOMANDO (à paraître : *Colloques phytosociologiques* Lille 1981).

Nous nous sommes également appuyés sur une étude en cours : "Contribution

à l'étude des végétations aquatiques et subaquatiques du nord-ouest de la France" dans lequel doivent figurer les tableaux de végétation des associations déterminées.

Phragmitetea Tüxen et Preising 1942

Phragmitetalia W. Koch 1926

Espèces caractéristiques (classe et ordre) : *Phragmites australis*, *Lycopus europaeus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Alisma lanceolatum*, *Iris pseudacorus*, *Phalaris arundinacea*, *Equisetum fluviatile*

Phragmition communis W. Koch 1926

Espèces caractéristiques : *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Glyceria maxima*, *Phragmites australis* (opt.), *Sparganium erectum*, *Acorus calamus*, *Sium latifolium*, *Ranunculus lingua*, *Rumex hydrolapathum*, *Rorippa amphibia*, *Oenanthe aquatica*, *Equisetum fluviatile* (opt.), *Cladium mariscus*

Scirpo-Phragmitetum W. Koch 1926

Glycerietum maximae Hueck 1931

Acoretum calami Knapp et Stoffers 1962

Thelypterido-Phragmitetum Kuiper 1957

Cladietum marisci (Allorge 1922) Zobrist 1935

Sparganietum erecti Philippi 1973

Rorippo-Oenanthetum Lohmeyer 1950

Gt à *Calamagrostis canescens* et *Phragmites australis*

Gt à *Rorippa amphibia* et *Rumex hydrolapathum*

Gt à *Sium latifolium*

Eleocharito-Sagittarion Passarge 1964

Espèces caractéristiques : *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Butomus umbellatus*, *Hippuris vulgaris*, *Eleocharis palustris* (opt.)

Sparganio-Sagittarietum R. Tüxen 1953

Butometum umbellati Konczak 1968

Gt à *Hippuris vulgaris* Passarge 1955

Gt à *Eleocharis palustris* Schennikov 1919

Gt à *Alisma plantago-aquatica*

Bolboschion maritimae Soo 1947

(= *Scirpion maritimi* Dahl et Hadac 1941)

Espèces caractéristiques : *Scirpus holoschoenus*, *S. tabernaemontani*

Espèces différentielles : *Althea officinalis*

Scirpetum maritimi (Braun-Blanquet 1931) Tüxen 1937

Scirpetum tabernaemontani Passarge 1964

Magnocaricion elatae W. Koch 1926

Espèces caractéristiques : *Scutellaria galericulata*, *Carex acutiformis*, *C. disticha*, *Galium palustre* subsp. *elongatum*, *Iris pseudacorus* (opt.)

Espèces différentielles : *Lysimachia vulgaris*, *Mentha aquatica*

Caricenion rostratae Balatova-Tulackova 1963

Espèces caractéristiques : *Carex rostrata*, *Peucedanum palustre*, *Lysimachia thyrsoflora*, *Carex paniculata*, *C. elata*, *C. pseudocyperus*, *C. appropinquata*, *Juncus subnodulosus*, *Cicuta virosa*.

Espèces différentielles : *Menyanthes trifoliata*, *Comarum palustre*

Caricetum paniculatae Wangerin 1916

Caricetum appropinquatae (W. Koch 1926) Soo 1938

Caricetum elatae W. Koch 1926

Caricetum rostratae Rübel 1912

Caricetum ripario-acutiformis Kobendza 1930

Cicuto-Caricetum pseudocyperi Boer et Sissingh 1942
Gt à *Juncus subnodulosus* Jeschke 1959

Caricenion gracilis (Géhu 1961) Balatova-Tulackova 1963
Espèces caractéristiques : *Carex gracilis*, *C. vulpina*, *C. disticha*,
C. vesicaria, *C. riparia*, *Eleocharis uniglumis*, *Polygonum amphibium*,
fo. *terrestre*, *Oenanthe fistulosa*, *Iris pseudacorus* (opt.), *Galium palustre*
Espèce différentielle : *Lathyrus palustris*

Caricetum gracilis (Graebner et Hueck 1931) Tüxen 1937

Caricetum vulpinae Nowinski 1927

Caricetum vesicariae Braun-Blanquet et Denis 1926

Caricetum ripariae Soo 1928

Gt à *Carex disticha* (Nowinski 1928) Jonas 1933

Gt à *Iris pseudacorus* Eggler 1933

Phalaridion arundinaceae Kopecky 1961

Espèces caractéristiques : *Phalaris arundinacea* (opt.), *Poa palustris*,
Rumex aquaticus, *Mentha aquatica*, *Mimulus guttatus*

Espèces différentielles : *Rumex obtusifolius*, *R. conglomeratus*, *R.*
crispus, *Mentha longifolia*, *Petasites officinalis*, *P. albus*, *Chaerophyllum hirsutum*

Phalaridetum arundinaceae Libbert 1931

Rorippo-Phalaridetum arundinaceae Kopecky

Sparganio-Glycerion fluitantis Braun-Blanquet et Sissingh apud Boer 1942
Espèces caractéristiques : *Nasturtium officinale*, *N. microphyllum*,
Sium erectum, *Apium nodiflorum*, *Scrophularia elata*, *S. auriculata*, *Veronica beccabunga*, *V. anagallis-aquatica*, *Epilobium parviflorum*, *E. roseum*, *Glyceria fluitans*, *G. plicata*, *Myosotis scorpioides*, *Sparganium erectum* var. *neglectum*

Glycerietum fluitantis Wilzek 1935

Glycerietum plicatae (Kulcz. 1928) Oberdorfer 1954

Apietum nodiflori Braun-Blanquet 1931

Nasturtietum officinale (Seibert 1962) Oberdorfer et al. 1967

Nasturtietum microphylli Oberdorfer 1977

Gt à *Sium erectum* Philippi 1973

Gt à *Veronica beccabunga* Philippi 1973

Gt à *Epilobium parviflorum* (et *Scrophularia auriculata*) Wilzek 1935

Gt à *Myosotis scorpioides* et *Veronica anagallis-aquatica*

Gt à *Scrophularia elata*

CONCLUSION

Nous avons distingué pour la classe des *Phragmitetea* un seul ordre celui des *Phragmitetalia* comportant 6 alliances : le *Phragmition*, l'*Eleocharito-Sagittarion*, le *Bolboschoenion*, le *Magnocaricion elatae*, le *Phalaridion arundinaceae* et le *Sparganio-Glycerion fluitantis*.

28 associations et 14 groupements appartenant à ces alliances ont été mis en évidence dans le nord-ouest de la France. Certaines de ces associations comme le *Scirpo-Phragmitetum*, le *Glycerietum maximae*, le *Caricetum paniculatae*, le *Caricetum ripario-acutiformis* sont très répandues d'autres, tels le *Cicuto-Caricetum pseudocyperi*, le *Scirpetum tabernaemontani*, le *Caricetum appropinquatae*, le *Nasturtietum microphylli* sont rares ou très rares au niveau régional voire national.

Quelques unes dont le *Cladietum marisci* et l'*Acoretum calami* apparaissent actuellement en nette régression.

BIBLIOGRAPHIE

- BALATOVA-TULACKOVA, E., 1963. - Zur systematik der europäischen *Phragmitetea. Preslia* (Praha) 35 : 118-122.
- BARBE, J., 1975. - Organismes dulcaquicoles de Franche-Comté. VII Clé de détermination des groupements végétaux. 3ème série, 16 : 25-31.
- BARREAU, H., 1982. - Contribution à l'étude phytosociologique des étangs de Dombes. Essai de synthèse systématique des groupements aquatiques et sub-aquatiques. Thèse Docteur-Ingénieur Paris, 98 p. + 76 p. ann.
- BOER, A.-C., 1942. - Plantensociologische beschrijving van de orde der *Phragmitetalia. Nederl. Kruidk. Arch.* 52 : 237-302.
- BRAUN-BLANQUET, J., et R., TÜXEN, 1943. - Übersicht der höheren Vegetationseinheiten Mitteleuropas (unter Aussehluß der Hochgebirge). *SIGMA Comm.* 84 : 11 p.
- ELLENBERG, H., 1978. - Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in Ökologischer Sicht. 2 Aufl. 981 p. Stuttgart.
- GEHU, J.-M., 1961. - Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. (Thèse Doct. Etat en Pharmacie 1959). *Vegetatio* 10 : 69-148, 161-209, 257-372. Den Haag.
- GEHU, J.-M., 1973. - Unités taxonomiques et végétation potentielle naturelle du Nord de la France. *Doc. phytos.* 4 : 1-22. Lille.
- HILBIG, W., 1971. - Übersicht über die Pflanzengesellschaften des südlichen der DDR. II Die Röhrichtgesellschaften. *Hercynia N.F.* 8 : 256-285. Leipzig.
- KOCH, W., 1926. - Die Vegetation der Linthebene unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Nordostschweiz. *Jahrb. St. Gallen Naturw. Ges.* 61 : 1-146. St Gallen.
- KOPECKY, K., 1967. - Mitteleuropäische Flußröhrichtgesellschaften des *Phalaridion arundinaceae*-Verbandes. *Limnologica* 5 : 39-79. Berlin.
- KRAUSCH, H.-D., 1964. - Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes. II Röhrichte und Grosseggengesellschaften. *Limnologica* 2 : 423-482. Berlin.
- LEBRUN, J., NOIRFALISE, A., HEINEMANN, P., et C. VANDEN-BERGHEN, 1949. - Les associations végétales de Belgique. *Bull. Soc. Royal Bot. Belg.* 82 : 105-207. Bruxelles.
- LOHMEYER, W., MATUSKIEWICZ, MERKER, H., MOORE, J.-J., MULLER, Th., OBERDORFER, E., POLI, E., SEIBERT, P., SUKOPP, H., TRAUTMANN, W., TÜXEN, J., TÜXEN, R., et V., WESTHOFF, 1962. - Contribution à l'unification du système phytosociologique pour l'Europe moyenne et nord-occidentale. *Melhoramento* 15 : 137-151.
- MATUSZKIEWICZ, W., 1980. - Synopsis und geographische Analyse der Pflanzengesellschaften von Polen. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 22 : 19-50 Göttingen.
- MERIAUX, J.-L., 1978. - Etude analytique et comparative de la végétation d'étangs et marais du Nord de la France. *Doc. phytos. N.S.* III : 1-244. Lille.
- MERIAUX, J.-L. - Le *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et les végétations à *Phalaris arundinaceae* L. *Colloques phytosociologiques X. Les végétations aquatiques et amphibies* Lille 1981. à paraître.
- MERIAUX, J.-L. - Contribution à l'étude des végétations aquatiques et subaquatiques du nord-ouest de la France (floristique, phytocoenologie, écosystématique, méthodes de cotation des milieux et cartographie typologique). Thèse Doc. d'Etat Sciences (en préparation).
- NEDELCO, G.A., 1973. - Soziologische und ökologische studien über wasser- und sumpfpflanzen einiger wasserbecken der rumanischen ebene. *Dissertationes botanicae* 21 : 1-220. J. Cramer Lehre.

- OBERDORFER, E., 1977. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil I, 311 p. G. Fischer Verlag. Stuttgart.
- OBERDORFER, E., 1979. - Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland. 4 Aufl. 997 p. Ulmer.
- OBERDORFER, E., GÖRS, S., KORNECK, D., LOHMEYER, W., MÜLLER, Th., PHILIPPI, G., et P. SEIBERT, 1967. - Systematische Übersicht der Westdeutschen. Phanerogamen- und Gefäßkryptogamen-Gesellschaften. *Schriftenr. Vegetationsk.* 2 : 7-62.
- PASSARGE, H., 1964. - Pflanzengesellschaften des nordostdeutschen. Flachlandes I. *Pflanzensoziologie* 13 : 324 p. G. Fischer Verlag. Jena.
- PASSARGE, H., 1978. - Übersicht über mitteleuropäische Gefäßpflanzengesellschaften. *Feddes Repertorium* 89 : 133-195. Berlin.
- PEDROTTI, F., 1975. - Associazioni vegetali presenti nei Piani carsici dell' Apennino esplorato fino ad oggi (Montelago, Colfiorito, Pian grande di Castelluccio, S. Scolastica, Roscino Val Voltigno, quarto Grande, Rotonde).
- PEDROTTI, F., et E., ORSOMANDO. - Les associations des milieux humides près de Rieti (Italie centrale). *Colloques phytosociologiques X. Les végétations aquatiques et amphibies.* Lille 1981. Document original 1 p.
- PHILIPPI, G., 1973. - Zur Kenntnis einiger Röhrichtgesellschaften der Oberrheingebietes. *Beitr. naturk. Forsch. Südwürt.* 32 : 53-95.
- PIGNATTI, S., 1953. - Introduzione allo studio fitosociologico della pianura Veneta orientale. *Atti Inst. Bot. Univ. Lab. Crittogamico Pavia* série 5, 9 : 92-258.
- PODBIELKOWSKI, Z., 1970. - Die vegetation und der Verlauf des Verwachsungsprozesses der künstlichen Wasserbecken und Wasserläufe der Mazowsze-Niederung. *Acta Soc. Bot. poloniae*, XXXIX : 63-114.
- POTT, R., 1980. - Die Wasser- und Sumpfvvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht-Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. *Abh. Landesmus. Naturk.*, 26 : 1-156. Münster.
- RIVAS-MARTINEZ, S., 1974. - Sintaxones conocidos de l'area asturiano-leonesa a estudiar, *Amicale phytosociologique*, Session Asturias 11 p.
- RUNGE, F., 1973. - Die Pflanzengesellschaften Deutschlands. 246 p. Verlag Aschendorff Münster.
- SEGAL, S., 1968. - Schwierigkeiten bei der Systematik von Moorgesellschaften. *Ber. Int. Symp. Pflanzensoz. Syst. Stolzenau/Weser* 1964, 220-229.
- SOQ, R., 1957. - Systematische Übersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften. I. *Acta Bot. Acad. Sc. Hung.* 3 : 317-373. Budapest.
- TOMASZEWICZ, H., 1973. - The position of *Scirpo-Phragmitetum* Koch 1926 in systematics. *Acta Soc. Bot. polonicae* 42(3) : 379-390.
- TÜXEN, R., 1937. - Die Pflanzensellschaften Nordwestdeutschlands. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. Niedersachsen* 3 : 1-170.
- TÜXEN, R., 1955. - Das system der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 5 : 155-176.
- TÜXEN, R., 1975. - Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens Entwurf für eine Übersicht der niedersächsischen Pflanzengesellschaften und ihrer Schutzbedürftigkeit. *Amicale phytosociologique*, Session Allemagne du Nord 31 p.
- VLIEGER, J., 1937. - Aperçu sur les unités phytosociologiques supérieures des Pays-Bas. *Ned. Kruidk. Arch.* 47 : 335-353.

- WATTEZ, J.-R., 1968. - Contribution à l'étude de la végétation des marais arrière-littoraux de la plaine alluviale picarde. Thèse Doct. Etat en Pharmacie, 382 p., 74 tabl. Lille.
- WEBER-OLDECOP, D.W., 1969. - Wasserpflanzengesellschaften im östlichen Niedersachsen. Diss. T.U. Hannover, 172 p. Hannover.
- WESTHOFF, V., et A.-J. DEN HELD, 1969. - Plantengemeenschappen in Nederland 324 p. B.V.W. J. Thieme et Cie, Zutphen.
- ZAHLHEIMER, W., 1979. - Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.* 38 : 3-398.

LE GROUPEMENT A *Rumex hydrolapathum* Huds. ET *Rorippa amphibia* (L.) Besser

par Jean-Luc MERIAUX

Résumé. — Une association à *Rumex hydrolapathum* Huds. et *Rorippa amphibia* (L.) Bess. est décrite à la marge de nombreux étangs nés d'affaissements miniers dans le bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais. Le présent travail concerne sa physiologie, sa composition floristique, sa place synsystématique, sa chorologie, son écologie et son dynamisme. La faune associée est également évoquée.

Summary. — A plant association with *Rumex hydrolapathum* Huds. and *Rorippa amphibia* (L.) Bess. is described from the shores of several artificial ponds originating from mine collapses in the coal-basin of Northern France. The present work concerns the physionomy, the floristic constitution, the synsystematic position, the chorology, the ecology and the dynamism of the association. The associated fauna is mentioned too.

Mots-clés. — phytocoenoses - *Rorippa amphibia* - *Rumex hydrolapathum* - affaissements miniers - phytodynamique.

LOCALISATION

Le groupement prospère en marge de nombreux étangs d'affaissements miniers du Bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais ; parmi eux citons l'étang des Vauelles et l'étang Wagnier à Thivencelle, l'étang Chabaud-Latour à Condé-sur-l'Escaut, l'étang d'Amaury à Hergnies, les étangs de Fresnes-sur-Escaut, l'étang du Prussien à Raismes, l'étang du Sarreau à Vieux-Condé.

PHYSIONOMIE

Il se présente sous la forme d'une végétation dense avec deux strates nettement distinctes, l'une dominée par la Patience des eaux, pouvant atteindre 2 m à 2,50 m de haut, l'autre moins élevée, marquée par le Cresson jaune et ne dépassant guère 0,80 m. Son aspect le plus net est réalisé au moment de la charnière printemps-été, ce qui le distingue de l'association voisine *Rorippo-Oenanthetum* Lohm. 1950, dont l'aspect physiologique le plus typique est essentiellement estival. L'association à *Rorippa amphibia* et *Oenanthe aquatica* montre en effet, par sa composition floristique, des analogies avec notre groupement, mais elle en diffère par la physiologie, la physiographie et surtout l'écologie générale. Le *Rorippo-Oenanthetum* se situe dans les chenaux de drainage, les fossés à niveau variable, plus rarement dans les queues d'étangs contrairement au groupement à *Rumex hydrolapathum* et *Rorippa amphibia* qui s'installe préférentiellement dans ce dernier milieu.

FLORISTIQUE

Le tableau comporte, outre les deux composantes caractéristiques, 8 différentielles de variantes, 4 espèces de *Phragmition* (*Oenanthe aquatica*, *Glyceria maxima*, *Typha latifolia*, *Phragmites australis*), 9 espèces

LE GROUPEMENT à *Rumex hydrolapathum* Huds. et *Rorippa amphibia* (L.) Besser
DES ETANGS D'AFFAISSEMENTS MINIERES DU NORD DE LA FRANCE

	a			b				c					
Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	I.	GR
Surface relevée en m ²	10	100	30	200	150	100	100	10	20	20	50		
Recouvrement en %	90	100	100	100	100	90	100	100	95	90	90	P.	
Hauteur en m	1,7	1,6	1,5	2,2	2,2	2	1,5	1	1	2,5	2		
Nombre d'espèces	2	6	6	7	8	6	14	20	14	15	22		
CARACTERISTIQUES DU GROUPEMENT													
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	55	44	44	55	12	33	45	44	34	12	45	v ¹⁵	5168
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	+	23	12	13	34	35	44	12	12	34		v ⁴	1841
DIFFERENTIELLES DE VARIANTES													
<i>Carex pseudo-cyperus</i> L.								+2	43	11	+3	II ⁺ 4	605
<i>Lycopus europaeus</i> L.								22	12	12	23	II ⁺ 12	327
<i>Rumex conglomeratus</i> Marr.								12	22	+		II ⁺ 2	169
<i>Nysootis scorpioides</i> L.									13	44	+	II ⁺ 4	600
<i>Juncus effusus</i> L.									11			+1	27
<i>Callitriche stagnalis</i> Scop. f. <i>terrestris</i>									43			+4	568
<i>Juncus bufonius</i> L.										23		+2	136
<i>Thelypteris palustris</i> Schott											23	+2	136
CARACTERISTIQUES DE L'ALLIANCE (Phragmition)													
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir				+2		12	11			11	+	III ⁺ 1	91
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	12	12			11	+2						II ⁺ 1	86
<i>Typha latifolia</i> L.			+2							+4	23	II ⁺ 2	164
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.						+2	12					I ⁺ 1	32
CARACTERISTIQUES DES UNITES SUPERIEURES (Phragmitetalia et Phragmitetea)													
<i>Iris pseudacorus</i> L.	12			+2		+			+3			II ⁺ 1	41
<i>Polygonum amphibium</i> L. f. <i>terrestris</i>		12				+						I ⁺ 1	32
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.						11				+		I ⁺ 1	32
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.						+					+2	I ⁺	9
<i>Carex riparia</i> Curt.									13	12		I ⁺ 1	55
<i>Veronica beccabunga</i> L.					+							+4	5
<i>Galium palustre</i> L. subsp. <i>elongatum</i> (C. Presl.) Lange								+				+4	5
<i>Sium latifolium</i> L.												+4	5
<i>Scutellaria galericulata</i> L.											+2	+4	5
ESPECES COMPAGNES													
Espèces des mégaphorbiaies (Filipendulion et Moliniotetalia)													
<i>Epilobium hirsutum</i> L.			13		+6	12	+				+	III ⁺ 1	68
<i>Lythrum salicaria</i> L.			+2								12	I ⁺ 1	32
<i>Mentha aquatica</i> L.							12					+1	27
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.										11		+1	27
<i>Stachys palustris</i> L.											12	+4	5
<i>Cardamine pratensis</i> L.											+	+4	5
<i>Sonchus palustris</i> L.											+		5
Espèces des forêts hygrophiles (Alnetea, Frangulo-Salicetea et Salicetea purpureae)													
<i>Solanum dulcamara</i> L.				24	+	11	22	11	+	+		IV ⁺ 2	341
<i>Salix alba</i> L. pl ^o .												+1	27
<i>Salix cinerea</i> L. pl ^o .												+4	5
<i>Salix x multinervis</i> Doll. pl ^o .												+4	5
Espèces nitrophiles vivaces (Artemisietea)													
<i>Urtica dioica</i> L.							12					+1	27
<i>Epilobium lamyi</i> F.W. Schultz							12					+1	27
<i>Galium aparine</i> L.							+					+4	5
<i>Tussilago farfara</i> L.							+					+4	5
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.							+2					+4	5
<i>Rubus coesius</i> L.											+2	+4	5
Espèces nitrophiles annuelles (Bidentetea)													
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.		+					12	11	+			II ⁺ 1	64
<i>Rumex maritimus</i> L.					+2	13						I ⁺ 1	32
<i>Rumex palustris</i> Smith					+2	12						I ⁺ 1	32
<i>Chenopodium rubrum</i> L.			12									+1	27
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.						11						+1	27
<i>Rorippa islandica</i> (Oeder) Borbás								+				+4	5
<i>Atriplex hastata</i> L.												+3	5
<i>Bidens tripartita</i> L.												1	1
<i>Bidens frondosa</i> L.												+	5
Espèces hydrophytiques flottantes (Lemnetea)													
<i>Lemna gibba</i> L.		45						23				I ⁺ 24	705
<i>Lemna minor</i> L.		23						23				I ⁺ 2	273
ESPECES ACCIDENTELLES													
	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0		

Annexe du tableau : 1. Localisation des relevés : R1 : étang des Vaucelles, Thivencelle, 10/7/75 ; R2 : étang Chabaud-Latour, Condé-sur-l'Escaut, 14/7/75 ; R3 : étang Chabaud-Latour, Condé-sur-l'Escaut, 13/7/75 ; R4 : étang de Fresnes-sur-Escaut, 9/7/75 ; R5 : étang Chabaud-Latour, Condé-sur-l'Escaut, 25/6/74 ; R6 : étang Wagner, Thivencelle, 9/7/75 ; R7 : étang Chabaud-Latour, Condé-sur-l'Escaut, 14/7/75 ; R8 : étang du Sartreau, Condé-sur-l'Escaut, 14/7/75 ; R9 : étang du Prussien, Raimes, 26/6/75 ; R10 : étang du Prussien, Raimes, 26/6/75 ; R11 : étang de Fresnes-sur-Escaut, 9/7/75.

2. Espèces non mentionnées dans le tableau : R8 - *Rumex sanguineus* L. : + ; *Setula pubescens* Ehrh. : + ; *Epilobium adnatum* Griseb. : 22 ; R9 - *Rumex sanguineus* L. : 10 ; R10 - *Rumex sanguineus* L. : 11.

a : stade initial R1

b : variante type R2 à 7

c : variante à *Carex pseudo-cyperus* R8 à 11.

des *Phragmitetalia* et des *Phragmitetea*, des espèces relevant des *Molinietalia*, des *Alnetea*, des *Frangulo-Salicetea*, des *Salicetea purpureae*, des *Artemisietea* qui indiquent le sens de l'évolution du groupement, des espèces des *Bidentetea*, végétation pionnière de vases exondées et des espèces des *Lemnetea* signifiant l'implantation de la végétation dans des secteurs inondés une grande partie de l'année.

SYSTÉMATIQUE

Le groupement étudié ne semble pas avoir été décrit dans la littérature. Ainsi il ne figure ni dans la liste des Unités taxonomiques du Nord de la France (GEHU 1973), ni dans les synsystèmes d'OBERDORFER (1970) et de R. TÜXEN (1975). Toutefois, ses composantes floristiques et sa physiologie nous permettent de le rattacher au *Phragmition* W. Koch 1926, alliance appartenant à la classe des *Phragmitetea* R. Tüxen et Preising 1942.

ÉCOLOGIE

Il se développe sur une vase organique épaisse (0,30 m à 1 m) comportant souvent une grande proportion de particules de boues charbonneuses (schlamms). Il est baigné par des eaux eutrophes très fortement minéralisées, jusqu'en juillet, période à laquelle le niveau des eaux s'abaisse rapidement ; en effet, les étangs d'affaissements miniers sont directement alimentés soit par la nappe des alluvions quaternaires, soit par la nappe des sables landéniens, ou les deux à la fois. Leur battement peut être faible (0,40 m, étang du Prussien) ou important (1,25 m, étangs de Fresnes-sur-Escaut). Ces étangs peuvent, par ailleurs, recevoir les eaux sulfatées et chlorurées des effluents des Houillères. Un stade initial se situe dans les secteurs jamais exondés. Une variante type correspond à des vases molles, épaisses et se découvrant tardivement. Une variante à *Carex pseudo-cyperus* s'observe en limite de la zone d'étiage sur pente douce, sur vase moins épaisse et affermie. Elle présente elle-même des variations :

— une première à *Callitriche stagnalis* sur sables landéniens, dans des eaux de pH compris entre 6 et 7,2 et dont le niveau s'abaisse lentement dès juin ; mais le *Callitriche* se maintient parfaitement sous sa forme terrestre, constituant un tapis uniforme, épais de quelques centimètres ;

— une seconde à *Juncus bufonius*, lié au passage des animaux tel le Rat musqué, particulièrement abondant dans ces biotopes ;

— une troisième à *Thelypteris palustris* sur les substrats les plus tourbeux, dans les étangs de la vallée de l'Escaut.

DYNAMISME

Comme l'indique le relevé effectué à l'étang d'Amaury le 19 juillet 1975 (hauteur 2 m, surface 20 m², recouvrement 90 % : *Rumex hydrolapathum* 2.3, *Rorippa amphibia* 3.3, *Typha latifolia* 4.4, *Phalaris arundinacea* + .2, *Sium latifolium* +, *Myosotis scorpiodes* +, *Lythrum salica-*

ria +, *Solanum dulcamara* 1.2, *Polygonum hydropiper* 2.2, *Rumex palustris* +, *Bidens frondosa* +), l'évolution de l'association se fait vers le faciès à *Typha latifolia* du *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926 ; mais elle peut s'effectuer également vers le *Glycerietum maximae* Hueck 1931 ou vers le groupement à *Epilobium hirsutum* L. (MERIAUX, 1977).

FAUNE ASSOCIÉE

Cette végétation sert de refuge à une macro-avifaune constituée par la Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), et la Foulque macroule (*Fulica atra*). Le Rat musqué (*Ondatra zibethica*) y construit ses huttes et consomme les jeunes pousses du *Rorippa amphibia* favorisant ainsi les faciès à *Rumex hydrolapathum*.

BIBLIOGRAPHIE

- GEHU J.M., 1973. — Unités taxonomiques et végétation potentielle naturelle du Nord de la France. *Doc. phytosoc.* 4 : 1-22 Lille.
- OBERDORFER E., 1970. — Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland : 987. Ulmer éd.
- MERIAUX J.L., 1977. — Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais). Thèse 3^e Cycle : 250. Metz.
- TÜXEN R., 1975. — Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens. Entwurf für eine Übersicht der niedersächsischen Pflanzengesellschaften und ihrer Schutzbedürftigkeit. *Amicale phytosoc.*, Session d'Allemagne du Nord : 31.

Université de Lille II
Laboratoire de Systématique et Ecologie végétales
Rue Professeur-Laguesse
F - 59045 LILLE Cédex

ACTUALITÉS BOTANIQUES

Edition

LEHRBUCH DER BOTANIK für Hochschulen, begründet von E. STRASBURGER, 31. Aufl. neubearbeitet von D. DENFFER, F. EHRENDORFER, K. MAGDEFRAU, H. ZIEGLER. Stuttgart — New-York : Fischer Verl. 1978, 1078 pp., 1031 figures, 51 tableaux et une carte en couleur. ISBN 3-437-20140-9. Prix 195,00 F.

Fin 1978 est sortie des presses des Editions Springer la 31^e édition du traité de Botanique, intitulé « Lehrbuch der Botanik », et dénommé plus simplement par les botanistes le « Strasburger ». La première édition avait été composée en 1894 par

LE PHALARIDETUM ARUNDINACEAE LIBBERT 1931
ET LES VEGETATIONS A PHALARIS ARUNDINACEA L.

par Jean-Luc MERIAUX

Laboratoire de Botanique
Université de Lille I
59650 Villeneuve d'Ascq

et Institut européen d'Ecologie
1, rue des Récollets
57000 Metz

RESUME

L'auteur traite des nombreux problèmes syntaxonomiques posés par les groupements à *Phalaris arundinacea* L.

Après une étude des données de la littérature (travaux effectués dans une dizaine de pays de l'Europe), les phalaridaies rencontrées dans le nord-ouest de la France sont décrites et les caractères différentiels du *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et des sous-associations à *Phalaris arundinacea* du *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926 et du *Caricetum gracilis* (Graebner et Hueck 1931) Tüxen 1937 définis. Les associations se rapportant au *Phalaridion arundinaceae* Kopecky 1961 rencontrées en France (Massif-Central, Ardennes, Plaine rhénane, Artois, Flandre intérieure, Avesnois, Pays de Montreuil) sont ensuite présentées avec leurs espèces caractéristiques et différentielles : *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931, *Rorippo-Phalaridetum arundinaceae* Kopecky 1961 et *Petasito-Phalaridetum arundinaceae* (Schwickerath 1933) Kopecky 1961.

SUMMARY

The author deals with a number of syntaxonomic points that arise with communities *Phalaris arundinacea* L.

After studying literary data (from research carried out throughout Europe), he describes the phalaridaies that are to be found in North Western France and he defines the differentiations of the *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 and of sub-syntaxa with *Phalaris arundinacea* of the *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926 and *Caricetum gracilis* (Graebner et Hueck 1931) Tüxen 1937. Associations referring to the *Phalaridion arundinaceae* Kopecky 1961 that can be found in France (Massif-Central, Ardennes, Plaine rhénane, Artois, Flandre intérieure, Avesnois, Pays de Montreuil) are then described with their characteristics and differentiations : *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931, *Rorippo-Phalaridetum arundinaceae* Kopecky 1961 and *Petasito-Phalaridetum arundinaceae* (Schwickerath 1933) Kopecky 1961.

ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor behandelt die manigfaltigen syntaxonomischen Problemen, die *Phalaris arundinacea* L. Gesellschaften stellen.

Zuerst werden die Literatur Daten (von etwa zehn Europaländer) analysiert. Dann werden die in Nord-West Frankreich angetroffenen Röhrgräser-Gesellschaften beschrieben ; besonders werden die Differential- und Charakterarten des *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 und diejenigen der *Phalaris*-Unterassoziationen, die dem *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926 und dem *Caricetum gracilis* (Graebner et Hueck 1931) Tüxen 1937 gehören, bestimmt.

Endlich wird die Gliederung des *Phalaridion arundinaceae* Kopecky 1961 in Betracht genommen, und die Assoziationen Frankreichs, die sich zuordnen, (Massif-Central, Ardennen, Rhein Ebene, Artois, Innere Flandern, Avesnois, Montreuil-Gebiet), werden dargestellt.: *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931, *Rorippo-Phalaridetum arundinaceae* Kopecky 1961 and *Petasito-Phalaridetum arundinaceae* (Schwickerath 1933) Kopecky 1961.

INTRODUCTION

De nombreuses roselières marquées physionomiquement par *Phalaris arundinacea* sont décrites dans la littérature. Généralement ces végétations, aux caractères écologiques pourtant très variés, sont rapportés à une seule et même association le *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931. Le problème des phalaridaies et par conséquent celui du *Phalaridetum* défini par LIBBERT méritait donc d'être posé.

L'examen des travaux de LIBBERT (1932), TÜXEN (1955 et 1975), KOPECKY (1961, 1965a et b, 1967) KOPECKY et HEJNY (1965), GEHU (1961 et 1973) VAN DONSELAAR (1961), SEIBERT (1962), WATTEZ (1962), KNAPP et SCHAEFER (1962), BALATOVA-TULACKOVA (1963), PASSARGE (1964), LERICQ (1965), NIEEMANN (1965), PAUN (1966), WESTHOFF et DEN HELD (1969), ULARU (1969), PODBIELKOWSKI (1970), PHILIPPI (1973), BALATOVA-TULACKOVA et HUBL (1974), REICHHOFF et HILBIG (1974-75), PEDROTTI (1975), SCHUMACKER (1978), BOURNERIAS et coll. (1976), DANGIEN et DECORNET (1977), WIEGLEB (1977), MEISEL (1977), OBERDORFER (1977), ZAHLHEIMER (1979), POTT (1980) et BARREAU (1982), nos observations de groupements à *Phalaris arundinacea* en différentes régions de France (Artois, Flandre intérieure, Ardennes, Massif-Central, Plaine rhénane) mais aussi aux Pays-Bas, en Suisse, en Autriche, en République fédérale allemande (en particulier dans la vallée de la Weser lors d'une excursion organisée en 1976 par la Floristisch-Arbeitsgemeinschaften et dirigée par ELLENBERG et RUNGE) nous ont permis de mieux cerner les caractères phytosociologiques du *Phalaris* et la place dans le synsystème des roselières qu'il réalise.

I - HISTORIQUE ET DONNEES DE LA LITTERATURE

1. Les travaux de LIBBERT et de KOPECKY

En 1931 LIBBERT définit le *Phalaridetum arundinaceae* à partir de relevés effectués dans le cours inférieur de la rivière Warthe en Pologne.

En 1960 KOPECKY dégage des *Phragmitetea* une alliance nouvelle le *Phalaridion* (différent du *Phalarido-Glycerion* Passarge 1964) dans laquelle sont rangés :

- le *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931
- le *Chaerophyllo-Phalaridetum* Kopecky et Hejny 1965
- le *Rorippo-Phalaridetum* Kopecky 1961
- le *Caricetum bueckii* Hejny et Kopecky 1965
- le *Petasito-Phalaridetum* (Schwickerath 1933) Kopecky 1961

Ces associations se rencontrent le long des cours d'eau et sont conditionnées par la granulométrie du substrat (argiles, sables, grèves, arènes) et l'altitude (KOPECKY 1967).

Le *Phalaridion* présente comme caractéristiques : *Phalaris arundinacea* (optimal), *Rumex aquaticus*, *Barbarea stricta*, *Veronica longifolia*, *Carex bueckii*, *Poa palustris* (optimal), *Mentha aquatica*, *Mimulus guttatus*. Ces espèces sont considérées par de nombreux auteurs, ne reconnaissant pas l'existence du *Phalaridion*, comme des caractéristiques du *Magnocaricion*, du *Filipendulion*, de l'*Agropyro-Rumicion* ou du *Convolvulion*.

D'autres espèces, appartenant pour la plupart à ces mêmes alliances, assurement le rôle de différentielles du *Phalaridion* : *Rumex obtusifolius*, *R. conglomeratus*, *Urtica dioica*, *Mentha longifolia*, *Stellaria nemorum* var. *montanum*, *Petasites hybridus*, *P. albus*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Myosotis scorpioides*.

Cette alliance apparaît dans le synsystème proposé par TÜXEN en 1975.

2. Autres données de la littérature

Plusieurs auteurs ont décrit des roselières à *Phalaris arundinacea*, ils les ont généralement assimilés au *Phalaridetum* Libbert 1931 qu'ils ont inséré

dans le *Magnocaricion* ou parfois le *Phragmition* plutôt que dans le *Phalaridion*, alliance méconnue. Quelques uns les ont rattachées au *Scirpo-Phragmitetum* Koch 1926 ou en ont fait des groupements autonomes (tableau n°1). MEISEL (1977) reconnaît ainsi le *Phalaridetum* mais voit aussi en ces groupements des variantes de sous-associations du *Caricetum gracilis*, du *Caricetum vulpinae*, du *Rumici-Alopecuretum geniculati* ou encore du *Senecio-Brometum racemosi*.

Il faut remarquer que ces auteurs ignorent ou n'admettent pas l'existence du *Rorippo-Phalaridetum*, du *Charaeophyllo-Phalaridetum* et du *Petasito-Phalaridetum*. L'examen des tableaux de végétation montrent, d'autre part, que pour certains d'entre eux il y a mélange entre des relevés effectués sur les marges de rivières et assimilables au *Phalaridetum* de LIBBERT, ou aux associations voisines du *Phalaridion* de Kopecky, et des relevés réalisés au niveau des queues d'étangs ou de prairies inondables et qui sont en fait des individus d'association du *Scirpo-Phragmitetum*, du *Caricetum gracilis* voire du *Caricetum vulpinae*, sous-association ou variante à *Phalaris* (MEISEL 1977), parfois même il y a confusion totale entre les deux types de groupements. L'incertitude pèse donc sur de nombreux "*Phalaridetum*" énoncés comme tels par BOURNERIAS et coll. (1976), DANGIEN et DECORNET (1977), BARREAU (1982)...

L'étude détaillée des résultats de ces travaux nous ont conduit à admettre l'existence du *Phalaridion* Kopecky 1961 et des associations que cet auteur décrit et y insère.

Les critères en faveur de cette option sont les critères floristiques et écologiques. Pour ce qui est du critère floristique le *Phalaridion* et ses associations possèdent des espèces des *Phragmitetea* (*Caricenion gracilis*, *Sparganio-Glycerion* et à un degré moindre *Phragmition*) mais aussi un très fort contingent d'espèces de l'*Agropyro-Rumicion crispi*, du *Convolvulion sepii* et du *Chenopodion fluviatilis*, cette composition les différencie du *Magnocaricion*, du *Phragmition* et du *Sparganio-Glycerion*. En ce qui concerne le critère écologique les caractères différentiels du *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et des sous-associations à *Phalaris arundinacea* du *Scirpo-Phragmitetum* et du *Caricetum gracilis* sont dégagés à titre d'exemple (tableau n°2).

Le rôle phytosociologique particulier du *Phalaris arundinacea* a pu être également précisé (tableau n°3).

II - LES PHALARIDAIES DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE

Plusieurs roselières à Baldingère se développant le long des rivières de l'Artois, de la Flandre, de la vallée de l'Escaut, de l'Avesnois se rapportent à deux associations du *Phalaridion* : le *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931 et le *Rorippo-Phalaridetum arundinaceae* Kopecky 1961, mais sous forme appauvrie en raison de la faible variation de niveau d'eau (0,20 à 0,40 m).

Glyceria maxima, *Rumex hydrolapathum* (espèces du *Phragmition*), *Agrostis stolonifera* var. *repens*, *Ranunculus repens*, *Lysimachia mammularia* (*Agropyro-Rumicion*) ont valeur de différentielles du *Phalaridetum* (tableau n°4, relevés 1 à 8), *Polygonum hydropiper*, *Rorippa islandica* (*Bidentetea*), *Rumex obtusifolius* (*Artemisietea*) constituent les différentielles du *Rorippo-Phalaridetum* (tableau n°4, relevés 9 à 13) *Mimulus guttatus* en étant la caractéristique régionale. Une sous-association à *Rorippa amphibia* du *Rorippo-Phalaridetum* peut être distinguée sur les substrats vaseux et plus longuement inondés (relevés 12 et 13).

D'autres roselières à *Phalaris arundinacea* se rattachent à des associations des *Phragmitetea*, des *Molinio-Arrhenatheretea*, ou des *Artemisietea*. Elles constituent des sous-associations ou variantes, où elles forment souvent faciès, d'associations de ces classes :

Tableau n°1 - SYNTAXONOMIE DE QUELQUES ROSELIERES A PHALARIS ARUNDINACEAE DECRIRES EN EUROPE

Pays	Région	Auteur	Association ou groupement	Alliance	Ordre	Classe	
Autriche	vallées des fleuves Thaya, March et Danube	BALATOVA-TULACKOVA et HUBL (1974)	<i>Phalaridetum</i> Libbert 1931	<i>Cariacium gracilis-oulpinae</i> Balatova-Tulackova 1963	<i>Magnocaricetalia</i> Pignatti 1953 In Pignatti 1954	<i>Phragmitetea</i> Tüxen et Preisling 1942	
France	vallée de la Sambre Pays de Montreuil bassin de l'Escaut basse vallée de la Seine Bruch d'Andlau(Alsace) nord de la France vallée de l'Oise Rasnigny(Lorraine) Dombes	GENU (1961)	<i>Scirpo-Phragmitetum</i> W. Koch 1926 <i>phalaridetosum</i>	<i>Phragmitum</i> W. Koch 1926	<i>Phragmitetalia</i> W. Koch 1926		
		WATTEZ (1962)	" "	" "	" "		
		LERICO (1965)	" "	" "	" "	" "	
		FRILEUX et JOUVE (1973)	<i>Phalaridetum arundinaceae</i> Libbert 1931 ou <i>Scirpo-Phragmitetum</i> W. Koch 1926 <i>Phalaridetosum</i>	?	?	?	
		KNAPP et SCHAEFFER (1962)	<i>Phalaridetum arundinaceae</i> Libbert 1931	?	<i>Phragmitum</i> W. Koch 1926	<i>Phragmitetalia</i> (W. Koch 1926) Tüxen et Preisling 1942	
		GENU (1973)	" "	" "	?	" "	
		BOURNERIAS et coll. (1976) DANCEN et DECORNET (1977)	" "	" "	<i>Phalaridion arundinaceae</i>	<i>Magnocaricetalia</i> Pignatti 1953	
BARREAU (1982)	" "	" "	<i>Cariacium gracilis</i> (Géhu 1961) Balatova-Tulackova 1963	<i>Phragmitetalia</i> W. Koch 1926			
Italie	Apenlins	PEDROTTI(1975)	" "	<i>Phragmitum</i> W. Koch 1926	<i>Phragmitetalia</i> W. Koch 1926		
Pays-Bas		WESTHOFF et DEN HELD (1969)	"Sociation à <i>Phalaris arundinacea</i> " = <i>Phalaridetum</i> Libbert 1931	<i>Magnocaricion elatae</i> W. Koch 1926	<i>Magnocaricetalia</i> Pignatti 1953		
Pologne	cuvette de Mazowazie	PODBIELKONSKI (1970)	<i>Phalaridetum arundinaceae</i> Libbert 1931	<i>Magnocaricion elatae</i> W. Koch 1926	<i>Phragmitetalia</i> (W. Koch 1926) Tüxen et Preisling 1942		
République démocratique allemande	nord-est de l'Allemagne vallée de l'Elbe	PASSARGE (1964) REICHROFF et HILBIG(1974-75)		<i>Magnocaricion elatae</i> W. Koch 1926 ?	<i>Magnocaricetalia</i> Pignatti 1953 ?		
République fédérale allemande	vallée de l'Isère (région de Munich) bassin supérieur du Rhin sud de l'Allemagne plaine du Danube Westphalie sud du Harz	SEIBERT (1962)		<i>Phragmitum</i> W. Koch 1926	<i>Phragmitetalia</i> W. Koch 1926		
		PHILIPPI (1973)		<i>Magnocaricion elatae</i> W. Koch 1926	<i>Magnocaricetalia</i> Pignatti 1953		
		TÜXEN (1975)		<i>Phalaridion Kopecky</i> 1961	<i>Phragmitetalia</i> W. Koch 1926	" "	
		OBERDORFER (1977)		<i>Magnocaricion elatae</i> W. Koch 1926	<i>Phragmitetalia</i> W. Koch 1926 em. Pignatti 1953		
		ZAHLEHNER (1979)		" "	<i>Phragmitetalia</i> (W. Koch 1926) Pignatti 1953		
		POTT (1980)		groupement à <i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Magnocaricion elatae</i> W. Koch 1926	?	
WIEGLEB (1977)							
Roumanie	région de Bala ?	PAUN (1966) ULARU (1969)	<i>Scirpo-Phragmitetum</i> W. Koch 1926 <i>phalaridetosum</i> <i>Raldingeretum arundinaceae</i> W. Koch 1926 Egger 1933	<i>Phragmitum</i> W. Koch 1926 ?	<i>Phragmitetalia</i> W. Koch 1926 ?		
Tchécoslovaquie		BALATOVA-TULACKOVA(1963)	<i>Phalaridetum arundinaceae</i> Libbert 1931	<i>Cariacium gracilis</i> Balatova-Tulackova 1963	<i>Magnocaricetalia</i> Pignatti 1953		
Pays-Bas		VAN DONSELAAR (1961)	communauté à <i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Filipendulion-Petasition</i> Braun-Blanquet 1947	<i>Molinetalia</i> W. Koch 1926	<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> Tüxen 1937	
Belgique	Haute-Ardenne	SCHWACKER (1976)	groupement à <i>Phalaris arundinacea</i>	?	?		

Tableau n°2 - CARACTERES DIFFERENTIELS DU PHALARIDETUM ARUNDINACEAE ET DES SOUS-ASSOCIATIONS à PHALARIS ARUNDINACEA DU SCIRPO-PHRAGMITETUM ET DU CARICETUM GRACILIS

	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	<i>Scirpo-Phragmitetum phalaridetosum</i>	<i>Caricetum gracilis phalaridetosum</i>
Situation	marges des rivières	marges d'étangs	prairies inondables dépressions des vallées alluviales marges d'étangs
Structure	linéaire	spatiale ou ponctuelle	
Ecologie	<ul style="list-style-type: none"> . soumis à des crues importantes emportant les "fanés" accumulées précédemment et abandonnant des "laisses" pouvant avoir une nature différente de la végétation en place . substrat avec granulométrie fine (sables ou argiles) . montée des eaux par capillarité à partir de la nappe sous-jacente . phase d'émersion longue 	<ul style="list-style-type: none"> . inondation périodique de faible amplitude . importante accumulation de fanés . substrat avec granulométrie variable (graviers ou sables ou argiles ou tourbe) . phase d'émersion plus ou moins longue 	<ul style="list-style-type: none"> . inondation périodique d'amplitude variable . importante accumulation de fanés . substrat avec granulométrie fine (argiles) . phase d'émersion longue
Contacts	associations du <i>Chenopodion fluviatilis</i> associations du <i>Caricenion gracilis</i> associations de l' <i>Agropyro-Rumicion</i>	associations du <i>Calystegion sepii</i> associations du <i>Filipendulion</i> associations du <i>Caricenion gracilis</i>	associations du <i>Filipendulion</i> associations du <i>Calystegion sepii</i> associations du <i>Phragmition</i>
Syndynamisme	associations du <i>Salicion albo-fragilis</i> associations du <i>Salicion triandriae</i>	groupements du <i>Salicion cinereae</i> et de l' <i>Alnion glutinosae</i>	

Tableau n°3 - ROLE PHYTOSOCIOLOGIQUE DE PHALARIS ARUNDINACEA

Espèce dominante dans le :

Phalaridetum arundinaceae

Rorippo-Phalaridetum

Chaerophyllo-Phalaridetum

Petasito-Phalaridetum

Caractéristique
du
Phalaridion ←

Phalaris arundinacea

Composante-dominante de groupements pionniers non rattachables avec certitude à une alliance précise des *Phragmitetea*

Différentielle de sous-associations ou de variantes (formant parfois faciès)

- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| <i>Phragmition</i> ——— | <i>Scirpo-Phragmitetum</i> |
| | <i>Caricetum gracilis</i> |
| | <i>Caricetum vulpinae</i> |
| <i>Magnocaricion</i> ——— | <i>Caricetum ripario-acutiformis</i> |
| | <i>Caricetum pacinulatae</i> |
| <i>Filipendulion</i> ——— | <i>Cirsio-Filipenduletum</i> |
| | <i>Eupatorietum cannabini</i> |
| <i>Calthion palustris</i> | <i>Senecio-Brometum racemosi</i> |
| <i>Agropyro-Rumicion</i> | <i>Rumici-Alopecuretum geniculati</i> |
| <i>Convolvulion sepii</i> | <i>Urtico-Convolvuletum</i> |

Tableau n°4 - LE PHALARIDION DANS LE NORD-OUEST DE LA FRANCE

	<i>Phalaridion arundinaceae</i> Libbert 1931								<i>Rorippo-Phalaridion</i> Kopecky 1961					Classe de présence
									s/a typique		s/a <i>Rorippa</i>			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Relevés nos :	10	10	5	10	10	10	10	10	9	10	11	12	13	
Surface (en m ²):	10	10	5	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10	
Recouvrement (en %):	90	90	100	80	100	100	100	100	80	90	80	90	90	
Profondeur (en m) :				0,30		0,10	-	-	0,05	-	-	-	-	
Hauteur (en m) :	1	1	1	0,50	1,60	1,10	1,30	1,40	1,40	1,50	1,30	1,40	1,30	
Nbre d'espèces :	1	5	4	5	4	8	9	10	6	11	9	9	8	
Carac. d'alliance (<i>Phalaridion arundinaceae</i>)														v45
<i>Phalaris arundinacea</i> (Opt)	44	55	55	45	55	44	55	55	55	54	45	55	55	III ⁺
<i>Mentha aquatica</i>						+	+			12	+2	12	+	II ⁺
C. ass. <i>Mimulus guttatus</i>											+	+	+	II ⁺
Diff. d'alliance : (<i>Phalaridion arundinaceae</i>)														
<i>Urtica dioica</i>		11	11							11	+		12	III ⁺
<i>Rumex crispus</i>							+2	+	+2		+			II ⁺
<i>Myosotis scorpioides</i>			11	23	+2					+				II ⁺
D. ass. <i>Glyceria maritima</i>			+				11	12	+2					II ⁺
D. ass. <i>Rumex hydrolapathum</i>							+	11	+					II ⁺
D. ass. <i>Agrostis stolonifera</i> var. <i>repens</i>							+2		12	12				II ⁺
D. ass. <i>Ranunculus repens</i>									+	+		r		II ^{r+}
D. ass. <i>Lysimachia nummularia</i>													+	+
D. ass. <i>Polygonum hydropiper</i>									12	+	+		12	II ⁺
D. ass. <i>Rumex obtusifolius</i>										+		+	+2	II ⁺
D. ass. <i>Rorippa islandica</i>													+	+
Diff. de sous-ass. : <i>Rorippa amphibia</i>												12	11	I ¹
Esp. des unités sup. : (<i>Phragmitetalia</i> et <i>Phragmitetea</i>)														
<i>Lycopus europaeus</i>								11		+2				I ⁺
<i>Sium erectum</i>										+	+			I ⁺
<i>Nasturtium officinale</i>									+2		+2			I ⁺
<i>Phragmites australis</i>											+		+	I ⁺
<i>Glyceria fluitans</i>											r	11		I ^{r1}
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>							+2							++
<i>Veronica beccabunga</i>							+2							++
<i>Iris pseudacorus</i>								11						+1
<i>Polygonum amphibium</i> acc. <i>terrestre</i>												+		++
Espèces compagnes :														
<i>Lemna minor</i>		22		+										I ⁺
<i>Callitriche platycarpa</i>		11		+										I ⁺
<i>Juncus inflexus</i>								+		+				I ⁺
<i>Agropyron repens</i>												+		I ⁺
<i>Lemna gibba</i>		11												+1
<i>Solarum dulcamara</i>				+										++
<i>Epilobium hirsutum</i>									11					+1
<i>Myosotis aquaticum</i>										+				++
<i>Bidens tripartita</i>													+2	++

Localisation des relevés : n°1 : St Léger-les-Authies, l'Authie 9/9/79 ; n°2 : Collines-Beaumont, l'Authie 18/7/80 ; n°3 : Vitz, l'Authie, 18/7/80 ; n°4 : Maresquel, la Canche, 17/10/79 ; n°5 : Mametz, la Lys, 23/7/79 ; n°6 : Beutin, la Canche, 9/9/79 ; n°7 : Abbeville, la Somme, 11/9/79 ; n°8 : Attin, la Canche 9/9/79 ; n°9 : Honnecourt, l'Escaut, 19/7/80 ; n°10 : Rumilly, l'Aa, 7/7/81 ; n°11 : Recques-sur-Hem, Hem, 8/7/81 ; n°12 : Engoudsent, la Course, 1/10/80 ; n°13 : Ergny, l'Aa, 17/9/80.

- . *Phragmitetea* R. Tüxen et Preising 1942
 - Phragmitetalia eurosiberica* (W. Koch 1926) R. Tüxen et Preising 1942
 - Phragmition* W. Koch 1926
 - + *Scirpo-Phragmitetum* W. Koch 1926
 - Magnocaricion elatae* W. Koch 1926
 - + *Caricetum gracilis* (Graebner et Hueck 1931) R. Tüxen 1937
 - association type
 - stade à *Carex disticha*
 - stade à *Polygonum amphibium* var. *terrestre*
 - + *Caricetum ripario-acutiformis* Kobdenza 1930

- . *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tüxen 1937
 - Molinietalia* W. Koch 1926
 - Filipendulion* (P. Duvigneaud 1946 p.p.) Segal 1966
 - + *Cirsio-Filipenduletum* Chouard 1926
 - + *Eupatorietum cannabini* R. Tüxen 1937

- . *Artemisieta* Lohmeyer, Preising et R. Tüxen 1950
 - Convolvuletalia sepii* R. Tüxen 1950
 - Convolvulion sepii* R. Tüxen 1947 ap. Oberdorfer 1949
 - + *Urtico-Convolvuletum* Gōrs et Müller 1969

et groupements pionniers, stades jeunes d'associations non identifiables.

III - LES ASSOCIATIONS DU PHALARIDION EN FRANCE

Au cours de nos investigations dans le nord-ouest de la France, l'Alsace et le Massif-Central (Vivarais) nous avons distingué quatre associations du *Phalaridion* :

- le *Petasito-Phalaridetum arundinaceae*
- le *Chaerophyllo-Phalaridetum arundinaceae*
- le *Rorippo-Phalaridetum arundinaceae*
- le *Phalaridetum arundinaceae*

Leur localisation, les espèces caractéristiques et différentielles du *Phalaridion* reconnues comme caractéristiques et différentielles de ces associations sont mentionnées dans le tableau n°5.

CONCLUSION

Cette étude nous a amenés à reconnaître le *Phalaridion* Kopecky 1961 et les associations définies par LIBBERT, KOPECKY et HEJNY qui s'y rapportent.

Ces associations en relation avec les eaux courantes présentent des variations de niveau souvent importantes (crues) différent profondément de par leur composition floristique et leurs caractères écologiques des Phalaridaies liées aux eaux stagnantes et rattachables à des associations du *Phragmition*, du *Magnocaricion*, du *Filipendulion* ou du *Convolvulion*.

Tableau n°5 - ASSOCIATIONS DU PHALARIDIUM RENCONTREES EN FRANCE AVEC LEURS CARACTERISTIQUES ET LEURS DIFFERENTIELLES

Associations du <i>Phalaridion</i>	Régions naturelles et rivières	Caractéristiques (outre <i>Phalaris arundinacea</i>) et différentielles relevées du <i>Phalaridion</i>
<i>Petasito-Phalaridetum arundinaceae</i>	Massif-Central (plateau ardéchois) (la Loire)	<i>Petasites officinalis</i> (d.a.) <i>Mentha longifolia</i> (d.a.)
	Ardennes (la Meuse)	<i>Mentha aquatica</i> <i>Stellaria nemorum</i> var. <i>montanum</i> (d.a.)
<i>Chaerophyllo-Phalaridetum arundinaceae</i>	Massif-Central (plateau ardéchois) (la Loire et ses affluents, l'Ardèche et ses affluents)	<i>Chaerophyllum hirsutum</i> (d.a.) <i>Mentha longifolia</i> <i>Mentha aquatica</i> <i>Mentha aquatica</i> x <i>M. longifolia</i> <i>Valeriana sambucifolia</i> (d.a.)
<i>Rorippo-Phalaridetum arundinaceae</i>	Massif-Central (l'Ardèche dans sa basse vallée)	<i>Rumex obtusifolius</i> (d.a.) <i>Rorippa sylvestris</i> (d.a.) <i>Rorippa islandica</i> (d.a.) <i>Polygonum hydropiper</i> (d.a.) <i>Mentha aquatica</i>
	Artois (l'Aa, la Canche, la Course, la Hem, l'Escaut)	<i>Rumex obtusifolius</i> (d.a.) <i>Polygonum hydropiper</i> (d.a.) <i>Mimulus guttatus</i> (c.a.)
	Plaine rhénane (le Rhin)	<i>Rumex obtusifolius</i> (d.a.) <i>Poa palustris</i> <i>Rorippa islandica</i> (d.a.) <i>Rorippa sylvestris</i> (d.a.)
<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	Flandre intérieure (l'Aa, la Hem) l'Artois (l'Aa, la Lys, la Hem) le Pays de Montreuil (la Canche) l'Avesnois (l'Helpe mineure)	<i>Glyceria maxima</i> (d.a.) <i>Rumex hydrolapathum</i> (d.a.) <i>Agrostis stolonifera</i> (d.a.) <i>Ranunculus repens</i> (d.a.) <i>Lysimachia nummularia</i> (d.a.)

c.a. = caractéristique d'association ; d.a. = différentielles d'association

BIBLIOGRAPHIE

- BALATOVA-TULACKOVA, E., 1963. - Zur Systematik der europäischen *Phragmitetea*. *Freslia (Praha)*, 35 : 118-122.
- BALATOVA-TULACKOVA, E., et E., HUBL, 1974. - Über die *Phragmitetea*- und *Molinetalia* - Gesellschaften in der Thaya-, March- und Donau - Aue Österreichs. *Phytocoenologia* 1(3) : 263-305. Stuttgart-Lehre.
- BOURNERIAS, M., DELPECH, R., DORIGNY, A., GEHU, J.-M., LECOINTE, A., MAUCORPS, J., PROVOST, M., SOLAU, J.-L., TOMBAL, P. et J.-R. WATTEZ, 1978. - Les groupements de prairies et leurs satellites dans la vallée inondable de l'Oise (département de l'Aisne, France). *Colloques phytosociologiques V. Les prairies humides* (Lille 1976), 89-140.
- DANGIEN, B., et J.-M. DECORNET, 1977. - Aperçu phytosociologique des groupements aquatiques et semi-aquatiques des mardelles du Bassigny. *Doc. phytosociologiques*, N.S. I : 51-70. Lille.
- DONSELAAR VAN, J., 1961. - On the vegetation of former river beds in the Netherlands. *Wentia*, 5 : 1-85.
- FRILEUX, P.-N., et G. JOUVE, 1973. - Aperçu phytosociologique sur quelques îles de la basse vallée de la Seine entre Rouen et Elbeuf (76). *Doc. phytosociologiques*, 4 : 23-34. Lille.
- GEHU, J.-M., 1961. - Les groupements végétaux du bassin de la Sambre française. Thèse Doct. Etat en Pharmacie, Lille 1959. *Vegetatio*, 10 : 69-148, 161-209, 257-372. Den Haag.
- GEHU, J.-M., 1973. - Unités taxonomiques et végétation potentielle naturelle du nord de la France. *Doc. phytos.*, 4 : 1-22. Lille.
- KNAPP, E., et R., SCHAEFER, 1962. - Un biotope original en Alsace : le Bruch de l'Andlau (Bas-Rhin), observations sur les premiers stades d'une séquence phytosociologique et pédologique hydromorphe dans le Bruch de l'Andlau. *Bull. Ass. phil. Alsace Lorraine*, XI, 3-4 : 215-239. Strasbourg.
- KOPECKY, K., 1961. - Fytoekologický a fytooenologický rozbor porostu *Phalaris arundinacea* L. na náplavech Berounky (Phytoökologische und phytozoologische Analyse der *Phalaris arundinacea* L. Bestände auf Flußalluvionen der Berounka) (Mit. Ötsch. Zussass.). *Rozpr. čs Akad. Věd (Praha) Ser. Math.-Nat.*, 71(6) : 1-105.
- KOPECKY, K., 1965a. - Einfluß der Ufer- und Wassermakrophyten-Vegetation auf die Morphologie des Flußbettes einiger tschechoslowakischer Flüsse. *Arch. Hydrobiol.*, 61 : 137-160.
- KOPECKY, K., 1965b. - Zur Ökologie der Makrophyten an Flußufern. *Freslia (Praha)*, 37 : 246-263.
- KOPECKY, K., 1967. - Mitteleuropäische Flußröhricht-gesellschaften des *Phalaridion arundinaceae*-Verbandes. *Limnologica*, 5 : 39-79.
- KOPECKY, K., et S., HEJNY, 1965. - Allgemeine charakteristik der Pflanzengesellschaften des *Phalaridion arundinaceae* - Verbandes. *Freslia (Praha)*, 37 : 53-78.
- LERICQ, R., 1965. - Contribution à l'étude des groupements végétaux du bassin français de l'Escaut. Thèse Doct. Etat 153 p. Imp. Morel et Corduant. Lille.
- LIBBERT, W., 1931-32. - Die Pflanzengesellschaften im Überschwemmungsgebiet der unteren Warthe in ihrer Abhängigkeit von Wasserstand. *Naturwiss. Ver. Neumark (Landsberg/Warthe)*, 3 : 25-40.
- MEISEL, K., 1977. - Flutrasen des Nordwestdeutschen Flachlandes. *Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N.F.* 19/20 : 211-217.

- NIEMANN, E., 1965. - Submontane und montane flussbegleitende Glanzgras-Röhrichte in Thüringen und ihre Beziehungen zu den hydrologischen Verhältnissen. *Limnologica*, 3 : 399-438.
- OBERDORFER, E., 1977. - Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I, G. Fischer Verlag, 311 p. Stuttgart.
- PASSARGE, H., 1964. - Pflanzengesellschaften des Nordostdeutschen Flachlandes I. *Pflanzensoziologie*, 13, 324 p. Jena.
- PAUN, M., 1966. - Vegetatia acvatica din imprejurimile orasului Bals. (La végétation aquatique des environs de la ville de Bals). *Soc. st. biol. Rép. soc. românia*, 10 : 201-222. Bucuresti.
- PEDROTTI, F., 1975. - Associazioni vegetati presenti nei Piani carsici dell' Apennino esplorati ad oggi (Monte Lago, Colfiorito, Rau Grande di Castelluccio, S. Scolastica, Rascino, Val Voltigno, Quarto Grande Rotonda). Document original 7 p.
- PHILIPPI, G., 1973. - Zur Kenntnis einiger Röhrichtgesellschaften des Oberrheingebietes. *Beitr. naturk. Forsch. Südw. Dtl.*, 32 : 53-95. Karlsruhe.
- PODBIELKOWSKI, Z., 1970. - Die Vegetation unter Verlauf des Verwachsungsprozesses der künstlichen Wasserbecken und Wasserläufe der Mazowsze-Niederung. *Acta Soc. Bot. polonicae*, 39 : 63-114. Warszawa.
- POTT, R., 1980. - Die Wasser- und Sumpflvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht-Pflanzensoziologische und Hydrochemische untersuchungen. *Abh. Landesmus. Naturk.*, 42(2) : 1-156. Münster.
- REICHHOFF, L., et W., HILBIG, 1974-75. - Die Wasser- und Röhrichtvegetation im Naturschutzgebiet "Crassensee" bei Seegrehna, Krs. Wittenberg. *Natursch. u. naturkundl. Heimatforsch. Bez. Halle und Magdeburg*, 11-12 : 53-71.
- SCHUMACKER, R., 1978. - Bref aperçu des groupements végétaux des fonds de vallées inondables en Haute-Ardenne orientale. (*Colloques phytosociologiques V. Les prairies inondables* (Lille 1976), 249-258.
- SEIBERT, P., 1962. - Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. *Landschaftpfl. u. Vegetationsk.* (München), 3 : 123 p. + 3 cartes + 29 tabl.
- TÜXEN, R., 1955. - Das System der nordwestdeutschen Pflanzengesellschaften. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N.F.* 5 : 155-176.
- TÜXEN, R., 1975. - Die Pflanzengesellschaften Niedersachsens. Entwurf für eine Übersicht der niedersächsischen Pflanzengesellschaften und ihrer Schutzbedürftigkeit. *Amicale phytos.*, Session Allemagne du Nord, 31 p.
- ULARU, P., 1962. - Contributii la cunoasterea vegetatiei acvatice si palustre din estul muntilor persani. *Soc. st. biol. Rép. soc. românia*, 11 : 173-185. Bucuresti.
- WATTEZ, J.-R., 1962. - Contribution à l'étude de la végétation du Pays de Montreuil ; étude floristique, phytosociologique et écologique. Thèse Doct. Univ. Pharmacie. 258 p. Lille.
- WESTHOFF, V., et A.-J. DEN HELD, 1969. - Plantengemeenschappen in Nederland B.V.W.J., Thieme et Cie, 324 p. Zutphen.
- WIEGLEB, G., 1977. - Die Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften der Teiche in den Naturschutzgebieten "Priorteich-Sachsenstein" und "Itelteich" bei Walkenried am Harz. *Mitt. flor.-soz. Arbeitsgem., N.F.* 19/20 : 157-209. Todenmann-Göttingen.
- ZAHLHEIMER, W., 1979. - Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. *Hoppea, Denkschr. Regensburg. Bot. Ges.*, 38 : 3-393. Regensburg.

Sonderdruck aus / Tirage à part de / Reprint from:

Berichte der Internationalen Symposien
der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde
Herausgegeben von Reinhold Tüxen

Assoziationskomplexe (Sigmaten)

und ihre praktische Anwendung

(Rinteln 4.-7. 4. 1977)

Redaktion
Reinhold Tüxen



1978 · J. CRAMER
In der A.R. Gantner Verlag Kommanditgesellschaft
FL-9490 VADUZ

DE L'ANALYSE SYMPHYTOSOCIOLOGIQUE DES COMPLEXES DE VEGETATION
A CELLE DES VÉGÉTATIONS COMPLEXES.

EXEMPLE DES GROUPEMENTS AQUATIQUES ET SUBAQUATIQUES

J.-L. Mériaux et J.-M. Gêhu

Les études phytosociologiques traditionnelles et fondamentales tendent principalement à la définition d'unités syntaxonomiques rigoureuses et bien hiérarchisables. Ce point de vue tout à fait légitime pour la construction d'un synsystème cohérent conduit cependant à négliger, sur le terrain, les relevés des phytocoénoses intermédiaires ou mélangées et à les éliminer éventuellement des tableaux de synthèse.

Ces végétations, dites complexes, occupent pourtant, bien souvent, des surfaces importantes des paysages et possèdent, de ce point de vue, une importance géographique non négligeable. Elles peuvent aussi apparaître répétitivement. Elles sont essentielles dans les descriptions monographiques.

La technique récente et maintenant bien connue de la Symphytosociologie par les relevés de complexes de végétation peut autoriser une synthèse harmonieuse des points de vue géographique descriptif et phytosociologique systématique.

Cette technique est en effet parfaitement applicable aussi bien aux complexes mosaïqués de végétation qu'au mélange de groupements (ou végétations complexes). Elle permet, dans le premier cas, la définition de sigmassociations et, dans le deuxième, elle facilite un descriptif objectif du mélange.

Ce mélange de végétations peut apparaître sous plusieurs aspects:

- il peut être spatial, i.e. constitué d'une sorte de micromosaïque;
- il peut être vertical, i.e. formé par la superposition de deux ou plusieurs groupements;
- il peut être saisonnier ou temporaire, i.e. fluctuer avec l'époque.

Dans la première partie de ce travail, nous apporterons divers exemples choisis en milieu aquatique et subaquatique, de l'analyse symphytosociologique des mélanges de végétations.

Nos tableaux sont présentés ici en "détaillé" où figure chaque espèce végétale présente dans le mélange, mais regroupée par catégorie phytosociologique. On pourrait aussi les concevoir en "simplifié", seuls les noms des groupements (ou des fragments

de groupements) y figurant.

Dans la seconde partie, nous développerons une étude comparative des sigmassociations des étangs anciens de la vallée de la Sensée et des étangs modernes d'effondrements miniers, dans le Nord de la France.

I - QUELQUES EXEMPLES DE VEGETATIONS COMPLEXES ANALYSES PAR LA METHODE SYMPHYTOSOCIOLOGIQUE

I Mélanges spatiaux

Nous en choisirons un exemple spectaculaire et répétitif dans les paysages d'effondrements miniers issus de prairies.

Tableau et schéma n°1, résumant bien cette micromosaïque faite de touffes de Joncs entourées de Callitriches puis des groupements aquatiques à *Zanichellia* ou *Ceratophyllum*, selon les qualités de l'eau. Un effet de superposition, par voile de *Lemna*, vient encore compliquer le phénomène.

TABLEAU n°1: Paysages - Etangs d'affaissements issus de prairies

	1	2	3	4
Numero du relevé	100	100	400	100
Surface relevée en m ²	100	100	100	100
Recouvrement en %	1,20	1,10	1,20	1
Hauteur en m	0,05	0,10	0,20	0,10
Profondeur en m	3	4	3	3
Nombre d'associations				
Gpt. à <i>Juncus effusus</i>	3	3	4	
Gpt. à <i>Agrostis stolonifera</i> et <i>Glyceria fluitans</i>			2	
Gpt. à <i>Juncus inflexus</i> et <i>Agrostis stolonifera</i>				3
Lemnetum <i>trisolcae</i>	4	3		
Populations de <i>Lemna minor</i>			3	
Lemnetum <i>gibbae</i>				5
Callitrichetum <i>obtusangulae</i>	3	2		
Zannichellietum <i>majoris</i>		3		
Gpt. à <i>Ceratophyllum demersum</i>				5

Legende:

Localités: Rel.n°1: Marais de la Canarderie-St.Aybert (59), 25/674; n°2: Marais de la Canarderie-St.Aybert (59), 17/7/74; n°3: Etang de Vicoigne - Raismes (59), 14/7/74; n°4: Marais de la Canarderie - St.Aybert (59), 14/7/74.

Ecologie: Rel.n°s 1 et 2:

-arrivée d'eaux sulfatées des Houillères, sols alluviaux;

Rel.n°3:

-pas d'apport d'eaux externes, sols sableux du Landenien;

Rel.n°4:

-arrivée d'eaux polluées de Belgique par le courant de Bernissart, sols alluviaux.

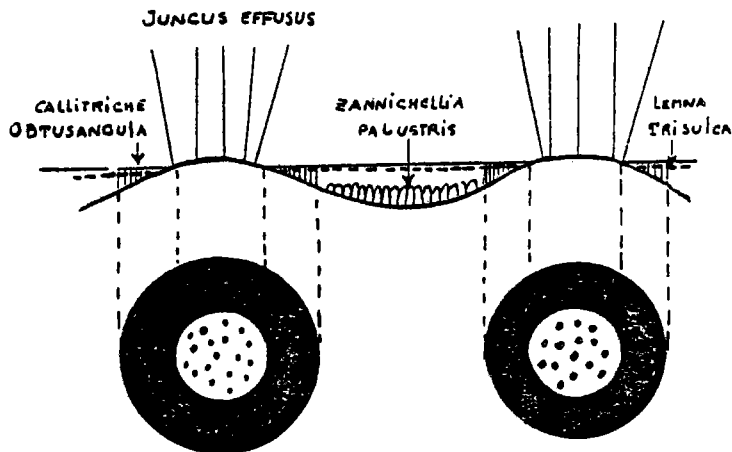


Tableau N° 2: Scirpo-Phragmitetum - Myriophyllo-Nupharetum

Numéro du relevé	1	2	3	4	5
Surface relevée en m ²	20	50	20	20	50
Recouvrement en% (hélrophytes hydrophytes)	40	60	60	70	60
Hauteur en m	2	1,20	2	2,20	1,20
Profondeur en m	0,90	1,10	0,60	0,60	0,50
Nombre d'espèces	5	3	3	5	4
Scirpo-Phragmitetum					
Scirpus lacustris	34	44			
Typha angustifolia			44	45	
Phragmites australis				+	
Typha latifolia					+2
Sparganium erectum					45
Rorippa amphibia					+2
Polygonum amphibium					+
Myriophyllo-Nupharetum					
Nymphaea alba	33	34	44	44	55
Nuphar lutea		44		12	
Myriophyllum spicatum	+				
Scirpus lacustris f. submersa	35				
Ceratophyllum demersum	+				
Hydrocharis morsus-ranae			24		

Legende:

Rel.n°1: Marais du Bas - Arleux (59), 18/7/75; n°2: Grand Clair de Palluel (62) 4/8/75; n°3: Grand Clair de Wasnes-au-Bac (59) 27/6/75; n°4: Petit Marais - Arleux (59) 15/6/75; n°5: Marais Leglay - Arleux (59) 18/7/75.

Ce paysage occupe de grandes surfaces. Son organisation structurale est constante et répétitive mais la combinaison des groupements varie selon la nature des sols et des eaux.

2) Mélanges verticaux

Ils sont particulièrement fréquents et étendus en milieux aquatique et subaquatique. Nous en avons choisi les quelques exemples suivants, plus ou moins complexes dans leur structure:

- a) *Scirpo - Phragmitetum* sur *Myriophyllo - Nupharetum* (Tab.n° 2).

C'est une superposition répétitive dans tous les vieux étangs plus ou moins tourbeux de la Sensée. Elle correspond à une tendance dynamique marquant profondément le paysage lacustre. Sa stabilité est entretenue par les pêcheurs.

- b) *Sparganio - Sagittarietum* sur *Myriophyllo - Nupharetum* (Tab.n° 3).

Cette superposition apparaît sur fonds plus vaseux et moins profonds que dans le cas précédent. Dans la région, le *Sparganio - Sagittarietum* est indissociable du *Myriophyllo - Nupharetum*. Des variantes sont marquées par l'importance plus ou moins grande du courant qui induit progressivement l'apparition de *Potamogeton lucens* et même de *Potamogeton perfoliatus*.

- c) *Scirpo - Phragmitetum* sur *Lemnetum trisulcae* (Tab.n°4).

C'est une superposition courante dans les roselières et leurs clairières. La matière organique des fanes de roselières a un pouvoir de rétention cationique élevé, ce qui entraîne une purification des eaux, favorable au développement de *Lemna trisulca*. Cette superposition a donc aussi une valeur indicatrice sure.

- d) *Phragmition* sur *Potametea* (Tab.n°5).

Les groupements à *Sparganium erectum* peuvent aussi être superposés à divers groupements des *Potametea*, par exemple à *Potamogeton pectinatus* var. *scoparius*, ou encore à *Ranunculus aquatilis*.

Ces types de superposition sont liés à de grands battements de la nappe d'eau (+ 80 cm) sur forte épaisseur de vase et s'observent couramment, outre les zones d'effondrements miniers, dans les mares de prairies pâturées par les bovins.

Tableau N° 3: Sparganio-Sagittarietum - Myriophyllo-Nupharetum

Numéro du relevé	1	2	3	4	5
Surface en m ²	50	100	20	20	20
Recouvrement en % (hélrophytes hydrophytes enracinés)	50	40	60	70	50
Hauteur en m	1	-	1	0,60	-
Profondeur en m	0,60	0,90	1	0,50	0,80
Nombre d'espèces	6	6	9	5	6

Sparganio-Sagittarietum					
Sparganium emersum	22	33	33	45	44
Sagittaria sagittifolia	33	12	12	12	
Scirpus lacustris	+				
Phragmites australis	+				
Typha angustifolia			+		
Myriophyllo-Nupharetum					
Nuphar lutea	44	12	55	55	
Nymphaea alba					55
d ₁ s/a Potamogeton perfoliatus	33				
d ₂ Potamogeton lucens		12	23		
Myriophyllum spicatum		12		+	
Hydrocharis morsus-ranae			+		35
Polygonum amphibium			+		
Potamogeton natans					12
Ceratophyllum demersum		12	12	12	12
Potamogeton crispus			+		
Ranunculus circinatus					12

Légende du tableau n° 3:

Rel.n° 1: Marais du Petit Bequerel - Ecourt-St-Quentin (62) 5/8/75; n°2: Marais du Bas - Arleux (59) 18/7/75; n°3: Grand Clair de Palluel (62) 4/8/75; n°4: Marais du Bas - Arleux (59) 18/7/75; n°5: Grand Clair de Wasnes-au-Bac (59) 22/7/75.

Tableau NO 4: Scirpo-Phragmitetum - Lemnetum trisulcae

Numéro de relevé	1	2	3
Surface relevée en m ²	10	10	5
Recouvrement en % (hélrophytes)hydrophytes flottants	90	80	100
	90	70	60
Hauteur en m	2	2	2
Profondeur en m	0,30	0,05	0,30
Nombre d'espèces	5	3	5
<hr/>			
Scirpo-Phragmitetum			
Phragmites australis	55	55	55
Solanum dulcamara			22
Poa trivialis			+2
Lemnetum trisulcae			
Lemna trisulca	34	44	35
d. s/a Lemna gibba	<u>13</u>		
d. v. Wolffia arrhiza	<u>+</u>		<u>24</u>
Lemna minor	45	34	

Légende du tableau n° 4:

Rel.n°1: Etang St-Pierre - Thivencelles (59) 20/7/75; n°2: Marais A.Hubert - Condé sur l'Escaut (59) 17/7/74; n°3: Etang a de la Fosse St-Pierre - Thivencelles (59) 17/7/74.

ANALYSE SYMPHYTOSOCIOLOGIQUE

Tableau NO 5: Phragmition - Potametea

Numéro du relevé	1	2
Surface en m ²	20	10
Recouvrement en % (hélrophytes)hydrophytes enracinés	70	90
Hauteur en m	80	70
Profondeur en m	1	1,5
Nombre d'espèces	0,10	0,20
	3	10

Phragmitetea-Phragmition		
Sparganium erectum subsp. erectum	45	55
Butomus umbellatus		+2
Sagittaria sagittifolia		+
Alisma plantago		11
Sium erectum		+
Potametea		
Potamogeton pectinatus var. scoparius	34	22
Ranunculus aquatilis		+
d. s/a Callitriche stagnalis	45	35
d.v. Vaucheria dichotoma		+
Chara vulgaris N.longi- bracteata		23
Potamogeton crispus		+

Légende du tableau n° 5:

Rel. n°1: Etang b de Fresnes/Escaut (59) 27/7/75; n°2: Etang
b de Fresnes/Escaut (59) 27/7/75.

e) Des exemples de superposition très complexes d'Hydrophytes nous sont fournis par le Tableau n°6. Ces superpositions varient selon le degré de minéralisation des eaux.

. dans les eaux très minéralisées des étangs d'effondrement miniers, la superposition *Lemnetum gibbae* /groupement à *Ceratophyllum demersum* est particulièrement fréquente. Elle peut se compliquer par triple mélange avec en outre un groupement à *Hydrocharis morsus-ranae*, le *Charitetum fragilis* ou un groupement à *Potamogeton pectinatus*.

. le mélange *Spirodela tetraedra* /groupement à *Ceratophyllum demersum*, compliqué ou non par l'apparition d'*Hydrocharis morsus-ranae* et d'éléments du *Myriophyllo-Nupharetum* est répétitif dans les étangs

Tableau No 6

	LEMNETEA																					
	POTAMETEA																					
Numéro du relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Surface relevée en m ²	10	2	10	2	1	1	10	10	10	2	10	10	10	5	10	20	5	2	5	5	20	5
Hydrophytes flottants %	80	95	100	100	95	90	90	100	100	100	80	100	100	100	80	90	100	100	100	90	80	80
Hydrophytes enracinés %	100	100	85	100	100	70	100	70	100	50	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	100	80
Profondeur en m	0,20	1	0,15	0,35	0,20	0,30	1	0,20	1	0,40	0,60	1	0,30	0,30	0,60	0,30	0,50	0,40	0,20	0,10	0,20	0,10
Nombre d'espèces	4	4	3	3	3	4	5	4	4	6	9	6	8	2	4	7	9	5	4	6	6	3

104

LEMNETEA

Lemna gibba	45	12	45	34	55	44	45	44	23	11	23	23	34										12	
Spirodela polyrhiza												13		55	35	45								
Lemna trisulca								12	12		12						+2	45	55	55	55	12	55	
Wolffia arrhiza		35								+3							+2	23	45	45	23	55		
Azolla filiculoides	13									34		34						12						
Lemna minor	13	45	33	45	33	34	34	35	45	34	45	12	44		33	22	45	12						
POTAMETEA																								
Ceratophyllum demersum	55	55	55	55	55	44	55	45	55	33	44	34	45	55	55	55	55	55	34					
Hydrocharis morsus-ranae										11	33	+2			45	33	11							
Chara globularis												55												
Potamogeton pectinatus													12											
var. scoparius																								
Potamogeton natans																	12							
Potamogeton trichoides																				12	45	55	45	
Hottonia palustris																							55	
Chara vulgaris																								
var. longibracteata																						13	45	
Leptoclethrum riparium																						23	55	
Elodea canadensis						12	23					+	22									23		
Ranunculus circinatus							11					+												
Potamogeton crispus													+2											
Polygonum amphibium																								
Callitriche platycarpa																							+2	
Enteromorpha intestinalis											12												+2	
Ulothrix sp.													34											

MÉRIEAUX ET GÉHU

MINÉRALISATION DÉCROISSANTE →

pour les associations d'hydrophytes flottants

Légende du tableau n° 6:

: a) Ecologie

Rel. 1 à 9	<u>Lemnetum gibbae</u> Gpt. à Ceratophyllum demersum	eaux très minéralisées
10 et 11	<u>Lemnetum gibbae</u> Gpt. à Ceratophyllum demersum et Hydrocharis morsus-ranae	
12	<u>Lemnetum gibbae</u> Charetum fragilis	
13	<u>Lemnetum gibbae</u> Potametum pectinati	répétitif étangs anciens, anses peu profondes, calmes, vases
14	<u>Spirodeletum polyrhizae</u> Gpt. à Ceratophyllum demersum	
15	<u>Spirodeletum polyrhizae</u> Gpt. à Ceratophyllum demersum et Hydrocharis morsus-ranae	conduit souvent ou 14 ou 15
16	<u>Spirodeletum polyrhizae</u> Myriophyllo-Nupharetum	
17	<u>Lemnetum trisulcae</u> Gpt. à Ceratophyllum demersum et Hydrocharis morsus-ranae	taux élevé M.O. filles Salicetum cinereae)
18 et 19	<u>Lemnetum trisulcae</u> Potametum trichoidis	
20 et 21	<u>Lemnetum trisulcae</u> Potametum trichoidis ss./a. à Chara	
22	<u>Lemnetum trisulcae</u> Hottonietum palustris	

b) Localités:

Rel.n°1: Etang Chabaud-Latour, Condé sur l'Escaut (59), 14/7/75, Phalaris arundinacea: 13°, Carex riparia: +3; n°2: Etang b de la Fosse St-Pierre, Thivencelles (59) 23/7/74; n°3: Etang d'Amaury, Hergnies (59), 19/7/75, Phragmites australis: +2°, Sium erectum: +, Rumex hydrolapathum: +°; n°4: Etang b de la Fosse St-Pierre, Thivencelles (59), 23/7/74; n°5: Etang Chabaud-Latour, Condé sur l'Escaut (59), 17/7/74; n°6: Etang d'Amaury-a-, Hergnies (59), 20/9/75; n°7: Etang d'Amaury -a-, Hergnies (59), 19/7/75; n°8: Etang du Sarteau, Condé sur l'Escaut (59), 10/7/75; n°9: Etang b de la Fosse St-Pierre, Thivencelles (59), 28/7/75; n°10: Etang St-Pierre, Thivencelles (59), 28/7/75; n°11: Etang Wagnier, Thivencelles (59), 9/7/75 (intérieur barque coulée); n°12: Etang St-Pierre, Thivencelles (59), 28/7/74; n°13: Etang d'Amaury -a-, Hergnies (59), 19/7/75; n°14: Grand Clair de Wasnes-au-Bac (59), 22/7/75, Sagittaria sagittifolia: r, Lythrum salicaria: i; n°15: Etang Wagnier (côté prairies), Thivencelles (59), 23/7/74; n°16: Marais Billoir, Hem-Lenglet (59), 26/6/76; n°17: Etang St-Pierre, Thivencelles (59), 28/7/74; n°18: Etang a de la Fosse St-Pierre, Thivencelles (59), 28/7/74; n°19: Etang a de la Fosse St-Pierre, Thivencelles (59), 9/7/75, Phragmites australis: 22°; n°20: Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles (59), 27/7/75; n°21: Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles (59), 27/7/75, Oenanthe aquatica (pl.) 23, Epilobium hirsutum: 12°, Lythrum salicaria 12°, Solanum dulcamara: +2, Typha latifolia: +2, Rumex maritimus: +°, Nasturtium officinale: +; n°22: Marais de la Canarderie, St. Aybert (59), 19/6/75.

anciens, au niveau des anses calmes, peu profondes et sur fonds vaseux.

. la superposition *Lemnetum trisulcae* /groupement à *Ceratophyllum* et *Hydrocharis* existe dans des eaux moins minéralisées.

. dans les eaux riches en Matière organique (f^{lle} de *Salix cinerea*) le *Lemnetum trisulcae* est superposé au *Potametum trichoidis* ou mêlé à l'*Hottontietum*.

f) Le Tableau n° 7 correspond à une triple superposition de groupements partiellement aériens flottants et infra-aquatiques, pénétrés ultérieurement d'éléments des *Bidentetea*. Ce type de mélange vertical et saisonnier est lié à des situations de fort battement (0-60 cm) d'eaux très minéralisées (pH = 8,5) avec importante décomposition des Hydrophytes l'été.

g) Le Tableau n° 8 témoigne aussi d'une superposition complexe spatiale, verticale et saisonnière qui correspond à une baisse importante (0-60 cm) et précoce (Mai) d'eaux basiques (pH = 8,6), sulfatées, sur fond de vase (0,20 cm).

3) Mélanges saisonniers

Ils sont aussi très illustrés par les exemples suivants:

a) *Scirpo-Phragmitetum* et *Bidentetea* (Tab. n° 9)

Les roselières, particulièrement les typhaies à feuilles étroites et à feuilles larges, sont pénétrées l'été des éléments des groupements à *Rumex palustris*, à *Rumex maritimus*, à *Polygonum hydropiper*, à *Chenopodium rubrum*.

Ce mélange saisonnier est spécifique des étangs d'affaissements miniers subissant un battement de nappe de l'ordre de 0,60 à 1,20 m.

Les espèces des *Bidentetea* apparaissent entre les tiges des massettes en Juin, lors de la baisse des eaux.

b) *Bidention* et *Agropyro-Rumicion* (Tab. n° 10)

Cette combinaison exige une baisse considérable des eaux de Mai à Septembre avec dépôt de vase et décomposition d'Hydrophytes lors du recul de l'eau (eutrophisation).

Elle est localisée exactement dans la frange de battement.

Tableau N° 7: Rorippo-Oenanthetum - Lemnetum trisulcae - Zannichellietum majoris

Surface relevée en m ²	1
Recouvrement en % (Hélophytes	70
)Hydrophytes	
(flottants	90
)Hydrophytes	
(enracinés	90
Hauteur en m	0,40
Profondeur en m	0,15
Nombre d'espèces	5

Rorippo-Oenanthetum	
Oenanche aquatica	44
Ranunculetum scelerati	
Ranunculus sceleratus	12
Lemnetum trisulcae	
Lemna trisulca	55
Zannichellietum majoris	
Zannichellia palustris	45
Hottonia palustris	23

Légende: Etang du Bois de l'Épinoy - Libercourt (62) 18/7/74.

Tableau N° 8: Groupement à Alopecurus geniculatus - Alopecuretum aequalis - Potametum pectinati

Surface relevée en m ²	10
Recouvrement en %	100
Hauteur en m	0,30
Profondeur en m	0,10
Nombre d'espèces	5

Groupement à Alopecurus	
Alopecurus geniculatus	45
Alopecuretum aequalis	
Alopecurus aequalis	21
Ranunculus sceleratus	11
Potametum pectinati	
Potamogeton pectinatus var.	
scoparius	22
Zannichellia palustris	11
Elodea canadensis	34
Potamogeton crispus	12
Espèces compagnes	
Ulothrix sp.	22

Légende: Etang b du Marais du Carvin - Carvin (62) 13/6/74.

Tableau N° 9: Scirpo-Phragmitetum - Bidentetea

Numéro de relevé	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Surface relevée en m ²	20	20	20	30	10	10	10	20	50
Recouvrement en %									
hélrophytes	80	60	60	90	50	50	80	90	80
hydrophytes	40	90	70	40	40	60	40	40	40
Hauteur en m	1	0,80	1,40	1,80	1	1,80	2,20	2	2
Nombre d'espèces	9	8	6	5	10	6	8	8	8

Phragmitetea

Scirpo-Phragmitetum

<i>Typha latifolia</i>	+2°	13°	12	13	33	34			
<i>Typha angustifolia</i>							45	44	45
<i>Sparganium erectum</i>	23	34	22	55					
<i>Oenanthe aquatica</i>	+		22		+				
<i>Rorippa amphibia</i>					+		12	33	+2°
<i>Glyceria maxima</i>						12	13	23	
<i>Rumex hydrolapathum</i>						+2			+2°
<i>Phalaris arundinacea</i>		+2°				+			+2
<i>Alisma plantago</i>	44	22							
<i>Carex pseudo-cyperus</i>	12		+2						
<i>Carex acutiformis</i>									23
<i>Carex disticha</i>					+				12
<i>Sium latifolium</i>	+								
<i>Carex riparia</i>		13							
<i>Nasturtium officinale</i>		+°							
<i>Polygonum amphibium</i>					+				
<i>Myosotis palustris</i>									1

Bidentetea

Ranunculium scelerati

<i>Ranunculus sceleratus</i>	12	34	+		1	22	+		
<i>Rumex palustris</i>	33	44	45	22	23				

Rumicetum maritimi

<i>Rumex maritimus</i>						34	13		
------------------------	--	--	--	--	--	----	----	--	--

Bidento-Polygonetum hydropperis

<i>Polygonum hydropiper</i>							23	24	
<i>Bidens frondosa</i>				+2	+		12	12	
<i>Polygonum lapathifolium</i>	+2			12					33
<i>Bidens tripartita</i>					+			+	
<i>Rorippa islandica</i>					+				
<i>Bidens cernua</i>							+		
<i>Atriplex hastata</i>									1
<i>Chenopodium rubrum</i>									24

Légende du tableau n° 9:

Rel.n°1: Etang c de Fresnes/Escaut (59) 21/7/74: *Epilobium hirsutum* 12, *Poa trivialis* +2, *Salix rubens* (pl.)22, *Poa annua* 23; n°2: Etang c de Fresnes/Escaut (59) 21/7/74: *Epilobium hirsutum* 11°, *Lythrum salicaria* 11, *Salix alba* (pl.)12, *Poa compressa* 1.2; n°3: Etang b de Fresnes/Escaut (59) 21/7/74: *Epilobium hirsutum* +, *Lythrum salicaria* +, *Poa pratensis* +2, *Lycopus europaeus* +2; n°4: Etang c de Fresnes/Escaut (59) 21/7/74: *Lythrum salicaria* 2.1, *Poa trivialis* 1.3, *Salix alba* (pl.)+2, *Poa annua* +2; n°5: Etang du Sartreau-Condé/Escaut (59) 6/8/75: *Lycopus europaeus* 1.2, *Salix alba* (pl.)+, *Salix triandra* (pl.) +, *Agrostis stolonifera* 1.1; n°6: Marais A St-Hubert - Condé/Escaut (59) 25/6/74: *Epilobium hirsutum* +, *Lythrum salicaria* 12, *Galium aparine* +, *Solanum dulcamara* +2, *Lycopus europaeus* +, *Poa annua* +; n°7: Etang

Tableau N° 10: Bidention
Agropyro-Rumicion

Numéro du relevé	1	2
Surface en m ²	5	10
Recouvrement en %	100	100
Hauteur en m	0,70	0,70
Nombre d'espèces	8	10
Bidention		
Ranunculetum scelerati		
Ranunculus sceleratus	35	+2
Rumex palustris	11	
Polygonum lapathifolium	12	
Bidens tripartita		44
Atriplex hastata		1
Chenopodium rubrum		1
Agropyro-Rumicion		
Agrostio-Ranunculetum repentis		
Agrostis stolonifera	45	23
Ranunculus repens		r
Rumici-Alopecuretum geniculati		
Alopecurus geniculatus		34
Autres espèces		
Alisma plantago	+0	13
Phalaris arundinacea	240	
Epilobium parviflorum	12	
Sium latifolium	+	
Glyceria plicata		23
Oenanthe aquatica		+2

Légende:

Rel.n°1: Etang c de Fresnes sur Escaut (59), 2/7/74. En plus: Rumex conglomeratus: +, Salix alba: +2, Solanum dulcamara: +.
n°2: Etang a du Marais de Carvin, Carvin (62), 1/10/75.
En plus: Epilobium hirsutum: +2, Dactylis glomerata: 1, Calystegia sepium: +, Agropyron repens: +2, Plantago major: +2, Poa annua: r.

Légende 9 (suite)

d'Amaury-a-Hergnies (59) 19/7/75: Atriplex patula +, Calystegia sepium 1.2, Solanum dulcamara 2.2, Lycopus europaeus +2, Rumex conglomeratus +2; n°8: Etang d'Amaury-b- (59) 20/9/75: Polygonum persicaria +, Lythrum salicaria 1.2, Calystegia sepium 24, Solanum dulcamara 4.3, Lycopus europaeus 1, Rumex conglomeratus +; n°9: Etang b de Fresnes/Escaut (59) 2/7/74: Senecio vulgaris +2, Chenopodium album +3, Ranunculus repens +, Urtica dioica +2, Lycopus europaeus +, Humulus lupulus +2, Galeopsis tetrahit +, Salix caprea (pi.) +, Mentha aquatica +, Senecio viscosus +3.

4) Variations saisonnières des mélanges

Les mélanges peuvent connaître, au cours des saisons, des modifications de combinaison en un même lieu.

Le Tableau n° 11 est un bon exemple de ce phénomène, en étang d'affaissement minier.

En Juillet, le *Rumicetum maritimi* se développe sur un *Lemnetum trisulcae* et un groupement à *Callitriche platycarpa*.

En Octobre, le *Rumicetum maritimi* domine un voile de *Lemna gibba* et d'*Asolla filiculoides* favorisé par la concentration des eaux (due à leur abaissement) et à leur eutrophisation par décomposition des Callitriches.

II - COMPARAISON DES SIGMAASSOCIATIONS D'ETANGS ANCIENS ET RECENTS

Le tableau n°12 groupe un ensemble de sigmarelevés effectués dans les vieux étangs de la vallée la Sensée (rel.1-10) et dans les étangs récents d'effondrements miniers (rel.11 à 27).

La vallée de la Sensée et la zone minière appartiennent à la même unité géographique régionale et possèdent le même climat.

Les étangs de la Sensée s'inscrivent dans une vallée d'alluvions et de tourbe. Ils y ont une tradition millénaire. Alimentés directement par la nappe de la craie ils possèdent de nombreuses sources et sont traversés de courants. Le battement y est faible et la pollution peu sévère. Les facteurs écologiques sont stables.

Les étangs miniers sont au contraire récents (quelques années à un siècle). Leur géologie et leur alimentation en eau est variable. Ils sont souvent pollués et connaissent un fort battement de la nappe. L'instabilité écologique et dynamique y est grande.

Le Tableau n° 13, ci-contre, résume les caractères généraux différentiels de ces deux catégories d'étangs.

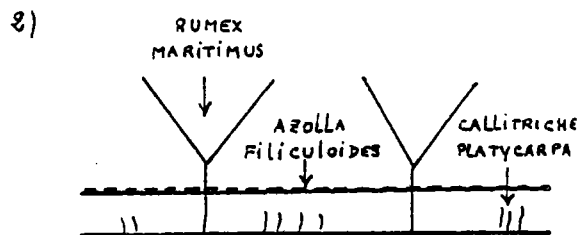
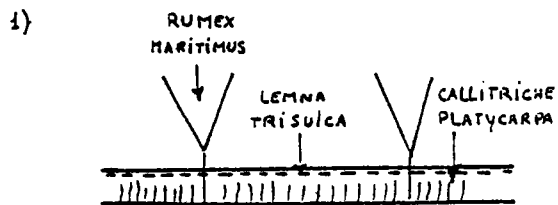
Le Tableau n° 12 des sigmassociations, est construit en 2 grandes parties qui intègrent d'une part les associations d'Hydrophytes et d'autre part les groupements de ceinture.

Le *Fontinalidetum antipyreticae*, le *Potametum lucentis*, le *Potamo-Ranunculetum fluitantis*, les groupements à *Nuphar lutea (f.) submersa*, *Potamogeton friesii*... caractérisent la végétation aquatique des vieux étangs. Le *Myriophyllo-Nupharetum* qui y connaît son optimum en est aussi différentiel. Il est rare, frag-

Tableau N° 11: Variation saisonnière des paysages lacustres - Etang d'affaissements miniers

Numéro du relevé	1	2
Date	19/7/74	20/10/74
Surface relevée en m ²	200	200
Recouvrement en %	100	100
Hauteur en m	1	1
Profondeur en m	0,10	0,25
Nombre d'associations	3	3
Rumicetum maritimi	3	4
Lemnetum trisulcae	3	
Lemnetum gibbae (s/a à Azolla filiculoides)		5
Gpt. à Callitriche platycarpa	5	1

Légende: rel. 1 et 2: Etang de la Fosse
M. Sabatier au même endroit



mentaire et fort sensible à l'action destructrice des rats musqués, en étang minier.

Par contre les étangs miniers sont caractérisés par *Lemnetum gibbae*, *Zannichellietum majoris*, *Potametum pectinati*, *Ranunculetum aquatilis*, groupement à *Elodea canadensis*, *Charetum fragilis*, groupement à *Potamogeton crispus*.

Les différences sont aussi nettes en ce qui concerne les combinaisons différentielles des groupements de ceinture.

Caricatum paniculatae, *Thelypterido-Phragmitetum*, *Cicuto-Caricetum pseudocyperii*, *Caricetum rostratae* sont liés aux vieux étangs, tandis que les étangs miniers connaissent dès les premières ceintures, une extension importante des groupements de l'*Agropyro-Rumicion* et des *Bidentetea* en raison du fort battement.

Notons aussi que des groupements présents dans les deux types d'étangs peuvent changer leur structure spatiale dans l'un ou l'autre; tel est le *Caricetum ripario-acutiformis*, linéaire et riche en espèces dans les vieux étangs, mais spatial et pauvre dans les étangs miniers moins profonds.

On voit donc que les sigmassociations aquatique et subaquatique répondent remarquablement bien aux variables écologiques des étangs étudiés.

Légende du Tableau n° 12:

Rel.n°1: Grand Marais, Ecourt St-Quentin (62); n°2: Marais du Haut, Arleux (59); n°3: Marais du Bas, Arleux (59); n°4: Petit Marais, Arleux (59); n°5: Marais Leglay, Arleux (59); n°6: Marais de la Chaussée, Arleux (59); n°7: Grand Clair, Palluel (62); n°8: Grand Bequerel, Ecourt-St-Quentin (62); n°9: Petit Bequerel, Ecourt St-Quentin (62); n°10: Grand Clair, Wasnes-au-Bac (59); n°11: Etang a du Marais de Carvin, Carvin (62); n°12: Etang b du Marais de Carvin, Carvin (62); n°13: Etang du Bois de l'Épinoy, Libercourt (62); n°14: Etang du Prussien, Raismes (59); n°15: Etang de la Fosse M. Sabatier, Raismes (59); n°16: Etang de Bois Brûlé Nord, forêt de St-Amand, St-Amand les Eaux (59); n°17: Etang de la scarpe, forêt de St-Amand, St-Amand les Eaux (59); n°18: Etang de la série de St-Amand, forêt de St-Amand, St-Amand les Eaux (59); n°19: Marais de la Canarderie, St-Aybert (59); n°20: Etang Chabaud-Latour, Condé sur l'Escaut (59); n°21: Grand Etang St-Pierre, Thivencelles (59); n°22: Etang Wagner, Thivencelles (59); n°23: Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles (59); n°24: Etang a du Calvaire du Jubilé, Thivencelles (59); n°25: Etang a de Fresnes, Fresnes sur Escaut (59); n°26: Etang b de Fresnes, Fresnes sur Escaut (59); n°27: Etang d'Amaury, Hergnies (59).

TABLEAU N° 13 :

Etangs de la vallée de la Sensée	Etangs d'affaissements miniers
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Etangs anciens</u> : 1 siècle à 10 siècles - <u>Substratum</u> : craie, alluvions tourbeuses - <u>Alimentation directe par la nappe de la craie</u> : du Sénonien et du Turonien supérieur <p style="text-align: center;"><u>sources nombreuses avec température constante (13°5)</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Etangs récents</u> : quelques années à 1 siècle - <u>Substratum</u> : sables landéniens, alluvions tourbeuses, sableuses, argilieuses - <u>Alimentation diversifiée</u> : <ul style="list-style-type: none"> - nappe de la craie (possibilité - nappe des sables landéniens) de - nappe des alluvions (mélange et en plus <u>apport externe</u> pour un certain nombre d'étangs - eau de mine (SO₄⁻⁻, Cl⁻) - eau du réseau de drainage forestier
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Etangs peu pollués</u> (conductivité 300 → 600) 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Etangs souvent très pollués</u> <ul style="list-style-type: none"> - SO₄⁻⁻, Cl⁻, Na⁺ (conductivité 300 → 3500) - Matières organiques
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Existence de courants dûs au passage des ramifications de la Sensée</u> 	<ul style="list-style-type: none"> - Courants rares (Etangs Wagnier,)
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Battement de l'ordre de 0,30 m</u> 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Battement de l'ordre de 0,30 à 1,20 m</u> suivant les étangs (intervention du pompage, assèchement possible)
<ul style="list-style-type: none"> - <u>Facteurs écologiques stables</u> 	<ul style="list-style-type: none"> - <u>Facteurs écologiques en constante modification</u> <ul style="list-style-type: none"> → affaissement encore existant, → augmentation de la superficie → comblement parfois par des schistes (SO₄⁻⁻)

S. PIGNATTI

Es ist wiederholt gesagt worden, es sei genau die gleiche Methode zu verwenden für die Aufnahme von Assoziationskomplexen, wie für die Aufnahme der Assoziationen. An solchen Beispielen sehen wir, daß es nur eine Parallel-Methode ist, und daß die Übereinstimmung nicht überall zutrifft. In solchen Fällen haben wir zwei Assoziations-Fragmente, die miteinander verwachsen sind.

Wenn wir eine Assoziation aufnehmen, haben wir einige Arten vor uns. Diese Arten können wir, wenn wir die Flora genügend kennen, immer mit Sicherheit feststellen. Zwei Arten können nicht miteinander hybridisieren. Wir haben hier hingegen einige Assoziationen, die miteinander 'hybridisiert', miteinander verwachsen sind. Wir könnten also bei der Aufnahme des Gesellschaftskomplexes entweder beide Assoziationen nennen, aber sie sind nur fragmentarisch vorhanden, oder wir müssen von einem Komplex sprechen, der aus beiden Assoziationen besteht. Wir sollten also nicht zu sehr diese Ähnlichkeit betonen, es gibt auch deutliche Unterschiede.

R. TÜXEN

Si on a des combinaisons de fragments d'association, comme vous l'avez décrit, je voudrais demander, peut-on parler dans ce cas des alliances où peut-on parler de 'Basal-Gesellschaften'?

J.-M. GEHU

Je ne crois pas qu'on puisse parler dans ce cas des alliances. Il s'agit simplement indépendamment de toute description systématique de sigmassociation, de tester en quelque sorte certaines possibilités ou certaines applications de la méthode symphyto-sociologique à l'étude des mélanges. Mais notre ambition pour l'instant ne va pas plus loin.

IV - ANALYSE BIOCOENOTIQUE

MERIAUX J.-L., 1977 - Influence écologique du Rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) sur l'écosystème étang. *Bull. Soc. Bot. N. France*, 30 : 51-52, Lille.

MERIAUX J.-L., 1978 - Le Rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) dans l'écosystème étang. *Natura Mosana*, 31 : 109-114, Marchienne-au-Pont.

INFLUENCE ÉCOLOGIQUE DU RAT MUSQUÉ (*Ondatra zibethica* L.) SUR L'ÉCOSYSTÈME ÉTANG

par Jean-Luc MÉRIAUX

Cette étude résulte d'observations faites dans une cinquantaine d'étangs du Nord de la France depuis 1973.

Le Rat musqué, originaire d'Amérique du Sud, introduit en 1905 en Europe, est présent dans la plupart des étangs de notre région. Il y vit dans des terriers ou dans des huttes, constructions typiques des hauts-fonds couverts de Roselières et de Cariçaies. Il utilise les végétaux lacustres soit pour la construction de ces huttes, soit pour se nourrir. Il a par conséquent une influence directe sur la flore ; toutefois, comme nous le verrons par la suite, le rôle qu'il joue vis-à-vis de la faune n'est pas non plus négligeable.

I. — INFLUENCE SUR LA FLORE.

1) Construction des huttes

Il en édifie en fait de deux types : la *hutte principale* ou hutte de séjour, et les *hutttes annexes*, encore appelées caches ou garde-manger.

Les matériaux employés sont fort divers : tiges feuillées et rhizomes de Massettes (*Typha angustifolia* et *Typha latifolia*), tiges feuillées de Roseau commun (*Phragmites australis*), de Laiches (*Carex acutiformis* et *Carex riparia*). Les longues tiges du Jonc des tonneliers (*Scirpus lacustris*) servent à réaliser l'armature de l'habitation principale.

Les caches sont souvent de simples amas de ces mêmes héliophytes.

2) La nourriture

Les rhizomes de Nénuphars (*Nuphar lutea* et *Nymphaea alba*), des Massettes (*Typha angustifolia* et surtout *Typha latifolia*), les jeunes pousses de la plupart des espèces semi-aquatiques précitées, les tiges du Raifort d'eau (*Rorippa amphibia*), de la Sagittaire (*Sagittaria sagittifolia*), de la Renoncule scélérate (*Ranunculus sceleratus*), du Jonc articulé (*Juncus articulatus*) sont régulièrement consommés.

Le Rat a donc un impact considérable sur l'évolution des associations d'hydrophytes enracinés (*Myriophyllo-Nupharetum*) et d'héliophytes (*Scirpo-Phragmitetum*, *Rorippo-Oenanthetum*, *Sparganio-Sagittarietum*, *Caricetum ripario-acutiformis*).

II. — INFLUENCE SUR LA FAUNE.

Elle peut être directe lorsque le Rat se comporte en prédateur, ce qui est, il faut le souligner exceptionnel, l'alimentation de ce rongeur étant à 95 % d'origine végétale ; elle est indirecte quand elle découle de son action sur la flore (chaines alimentaires).

a) Action directe

Nous avons découvert des garde-manger à Limnées, Planorbes, Unios, Anodontes, Ecrevisses. VIGNEUX et QUENTIN (1975), ingénieurs piscicoles à Compiègne, ont constaté dans les marais d'Arleux qu'il « débarrassait » le milieu des poissons malades (Brêmes, Carpes, Gardons).

b) Action indirecte

Elle s'effectue de deux façons interdépendantes sur l'avifaune. En utilisant les grandes hélophytes pour la construction de ses huttes ou pour sa nutrition, le Rat limite les Roselières ce qui réduit l'aire de nidification des passereaux paludicoles (Rousserolles turdoïde et effarvate, Locustelle luscinoïde, Phragmites des joncs), mais il provoque l'accroissement de la surface d'eau libre et favorise alors l'arrêt des espèces migratrices.

CONCLUSION

L'influence écologique du Rat musqué est considérable. L'animal est un facteur biotique essentiel de l'écosystème étang. Son action sur les biocénoses en place est constante ; elle trouve son apogée en période estivale et automnale par la modification profonde des associations végétales en place.

N.B. - Une étude plus détaillée, comportant des relevés phytosociologiques et leur analyse critique, est publiée (*Natura Mosana* 31 (3), 1978 : 109- 114).

Université de Lille II
Laboratoire de Systématique et Ecologie Végétales
rue du Professeur Laquesse
59045 Lille Cédex

LE RAT MUSQUÉ (*ONDATRA ZIBETHICA* L.) DANS L'ÉCOSYSTÈME ÉTANG

par

Jean-Luc MERIAUX ⁽¹⁾

Cette étude résulte d'observations effectuées, depuis 1973, dans une cinquantaine d'étangs du Nord de la France, situés plus précisément dans la vallée de la Sensée et dans le bassin houiller des départements du Nord et du Pas-de-Calais.

Le rat musqué, originaire d'Amérique du Nord, introduit en 1905 en Europe, est présent dans la plupart des étangs de notre région. Il y vit dans des terriers ou dans des huttes, constructions typiques des hauts-fonds couverts de roselières et de cariçaies. Il utilise les végétaux lacustres soit pour la construction de ses huttes, soit pour se nourrir. Il a par conséquent une influence directe sur la flore ; toutefois, comme nous le verrons dans un second temps, le rôle qu'il joue vis-à-vis de la faune n'est pas non plus négligeable (MÉRIAUX 1976).

1. Influence sur la flore

1° CONSTRUCTION DES HUTTES

Le rat musqué édifie en fait deux types de huttes : la hutte principale ou hutte de séjour, formation conique d'environ 1,20 m de hauteur et de 1,80 m de diamètre, et les huttes annexes, encore appelées caches ou garde-manger. A la périphérie de ces constructions, les groupements d'hélophytes sont généralement rasés sur une superficie s'étendant de 100 à 200 m². Les matériaux employés à l'élaboration des huttes sont fort divers : les tiges feuillées et les rhizomes de *Typha angustifolia* et *T. latifolia*, les tiges feuillées de *Phragmites australis*, de *Carex acutiformis* et *C. riparia* ainsi que les longues tiges de

⁽¹⁾ Laboratoire de Botanique, Faculté de Pharmacie, rue Laguesse, 59045 Lille Cédex et Institut Européen d'Ecologie, 57000 Metz, France.

Scirpus lacustris servent à réaliser l'armature de l'habitation principale. Au centre de celle-ci, se trouve la salle de séjour, desservie par deux galeries qui s'ouvrent sous l'eau. A la Mare à Goriaux, réserve ornithologique du Parc Naturel Régional de St-Amand-Raismes (département du Nord), les salles sont très souvent tapissées par un bryophyte : *Fontinalis antipyretica* (MÉRIAUX 1974). Dans ces mêmes salles, nous avons par ailleurs découvert des boulettes de *Cladophora glomerata* et de *Chara hispida*, deux hydrophytes qui réalisent par place la strate inférieure d'un *Myriophyllo-Nupharetum* (faciès à *Myriophyllum spicatum*) fort bien représenté dans la mare. Dans un *Sphagno-Betuletum* situé sur les marges occidentale et septentrionale de la mare, nous avons aussi noté quelques huttes réalisées essentiellement en *Sphagnum fimbriatum* et *S. palustre* solidement ancrés sur des troncs ennoyés de *Betula pubescens*.

Les caches sont souvent de simples amas des mêmes héliophytes, en particulier des tiges feuillées de *Typha angustifolia* et de *Phragmites australis* (Mare à Goriaux), de *Carex acutiformis* (Etang de la série de la Scarpe, en forêt de St-Amand, département du Nord), d'*Oenanthe aquatica* (Etang du Marais de Carvin, département du Pas-de-Calais), mais aussi d'hémicryptophytes comme *Juncus effusus* (Etang de Vicoigne, à Raismes, département du Nord).

Les huttes d'habitation abandonnées servent de point de départ à l'installation d'une végétation souvent originale (tableau 1) par rapport aux phytocoenoses en place initialement (pouvant réapparaître après «percée» de la hutte) et plus évoluée dans la hiérarchie phytosociologique. Le dynamisme est favorisé et par conséquent l'atterrissement se trouve accéléré.

2° LA NOURRITURE

Les rhizomes de *Nuphar lutea* et *Nymphaea alba*, de *Typha angustifolia* et surtout de *T. latifolia*, les jeunes pousses de la plupart des espèces aquatiques précitées, les tiges et les feuilles de *Potamogeton lucens*, de *Rorippa amphibia*, de *Sagittaria sagittifolia*, de *Ranunculus sceleratus* (pourtant considéré comme toxique), de *Juncus articulatus*, d'*Eleocharis palustris* et d'*Agrostis stolonifera* sont régulièrement consommés.

Le rat a donc un impact considérable, particulièrement sur l'évolution des associations ⁽²⁾ d'hydrophytes fixés relevant des *Potametea* R. TÜXEN et

(²) Associations reprises selon les travaux de GÉHU (1973) et de MÉRIAUX (1977).

TABLEAU 1. — La végétation des huttes abandonnées

numéro du relevé :	1	2	3	4	5
surface relevée en m ² :	4	5	5	2	3
recouvrement en % :	100	70	80	70	90
hauteur en m :	0,50	0,40	0,40	0,40	0,30
hauteur d'eau en m :	0	0	0,2	0,5	0
nombre d'espèces :	7	6	6	5	3
espèces pionnières des huttes abandonnées					
Espèce de <i>Phragmiton</i> :					
<i>Rorippa amphibia</i>	2.3	4.4	4.4	3.2	.
Espèces des <i>Alnetea</i> :					
<i>Solanum dulcamara</i>	+	1.2	2.3	2.2	5.5
<i>Glycerhus europaeus</i>	.	.	+	+ 2	+
Espèces des <i>Molinietalia</i> :					
<i>Lythrum salicaria</i>	4.4	.	.	.	.
<i>Ptilobium hirsutum</i>	.	+	.	.	.
<i>Typha trivialis</i>	.	.	.	.	+ 2
espèces reliques des groupements originels					
Espèces des <i>Phragmitetea</i> :					
<i>Sparganium erectum</i>	1.2	+	1.1	.	.
<i>Phragmites australis</i>	.	.	1.2	+*	.
<i>Scirpus lacustris</i>	.	.	+ 2	+	.
<i>Samolus hydrophilum</i>	1.1*	.	.	.	.
<i>Sagittaria arifolia</i>	1.2	.	.	.	.
<i>Typha nodiflora</i>	+	.	.	.	.
<i>Typha latifolia</i>	.	2.2	.	.	.
<i>Glyceria maxima</i>	.	1.2	.	.	.

LÉGENDE DU TABLEAU 1

Relevé	Localités du département du Nord	Date	Groupement sur hutte	Association originelle
1	Chenal du Marais du Surion à Arleux	10/7/75	Combinaison <i>Rorippa amphibia</i> - <i>Lythrum salicaria</i>	Groupement du <i>Sparganio-Glycerion</i>
2	Marais Leglay à Arleux	13/7/75	Groupement à <i>Rorippa amphibia</i>	<i>Scirpo-Phragmitetum</i> faciés à <i>Typha latifolia</i>
3	Marais du Haut à Arleux	15/6/75	Groupement à <i>Rorippa amphibia</i>	<i>Scirpo-Phragmitetum</i>
4	Marais du Bas à Arleux	1/6/75	Groupement à <i>Rorippa amphibia</i>	<i>Scirpo-Phragmitetum</i>
5	Etang de Vicoigne à Raismes	14/7/74	Groupement à <i>Solanum dulcamara</i>	Néant (eau libre)

PREISING 1942. et de celles des héliophytes dépendant des *Phragmitetea* R. TÜXEN et PREISING 1942. Il agit néanmoins sur d'autres groupements liés aux *Molinio-Arrhenatheretea* R. TÜXEN 1937, mais aussi, à un degré moindre, sur ceux intégrés dans les grandes unités syntaxonomiques des forêts hygrophiles.

Ce rongeur favorise le développement :

- des faciès à *Myriophyllum spicatum* du *Myriophyllo-Nupharetum* W. KOCH 1926 ; ainsi, à la Mare à Goriaux — où, en 1974, nous avons relevé 22 huttes principales, ce qui permettait d'évaluer, selon les indices de DOZIER (1948, in LE BOULANGE 1972), la population de rats à environ 110 individus
- *Myriophyllum spicatum* est en extension manifeste, alors que *Nuphar lutea* a été totalement éradiqué en quelques années ;
- des faciès à *Sparganium emersum* du *Sparganio-Sagittarietum* R. TÜXEN 1953 (Marais d'Arleux, département du Nord).

Il limite l'extension :

- du *Fontinalidetum antipyreticae* (KAISER 1926) GAMS 1927,
- du *Potametum lucentis* HUECK 1931,
- du *Rorippo-Oenanthetum* LOHMEYER 1950,
- du *Scirpo-Phragmitetum* W. KOCH 1926,
- du *Caricetum ripario-acutiformis* KOBENDOZA 1930,
- du groupement à *Juncus articulatus*,
- de l'*Eleocharitetum palustris* SCHENNIKOV 1919,
- du *Ranunculetum scelerati* SISSINGH 1946 em. R. TÜXEN 1950.

Il entretient par le «broutage» le groupement à *Agrostis stolonifera* et *Glyceria fluitans*.

Il perturbe profondément, par destruction de la strate bryophytique, la bétulaie pubescente à *Sphagnum fimbriatum* et *Sphagnum palustre*.

Il modifie aussi les associations en place comme le *Zannichellietum majoris* (BAUMANN 1911) G. LANG 1967 et le *Potametum pectinati* CARSTENSEN 1955, chez lesquelles il fait apparaître, au niveau des coulées issues de ses allées et venues répétées, une sous-association à *Potamogeton obtusifolius*, espèce héliophile.

Il permet la propagation du *Rumicetum maritimi* SISSINGH 1946 et des faciès à *Rumex palustris* du *Ranunculetum scelerati* SISSINGH 1946 em. R. TÜXEN 1950, en assumant le transport des akènes de *Rumex* entourés de valves à dents accrochantes.

Il accélère l'atterrissement, par installation sur les huttes principales délaissées, d'un groupement à *Rorippa amphibia* (combiné accessoirement à *Lythrum salicaria*) ou à *Solanum dulcamara*.

2. Influence sur la faune

L'influence sur la faune peut être directe lorsque le rat se comporte en prédateur, ce qui est, il faut le souligner, exceptionnel — l'alimentation du rongeur étant à 95% d'origine végétale — ; elle est indirecte quand elle découle de son action sur la flore (chaînes alimentaires).

1° ACTION DIRECTE

Nous avons découvert des garde-manger contenant un grand nombre de coquilles brisées de mollusques, *Limnaea stagnalis* (limnée stagnale), *Planorbis* sp. (planorbe), *Anodonta cygnea* (anodonte), *Unio batavus* (unio ou mulette) et aussi des restes de carapaces de crustacés, *Gammarus affinis* (écrevisse américaine). M^{me} VIGNEUX-QUENTIN et M. VIGNEUX, ingénieurs piscicoles à Compiègne, ont constaté dans les marais d'Arleux que le rat musqué «débarrassait» le milieu des poissons malades : *Abramis brama* (brème), *Rutilus rutilus* (gardon), *Cyprinus carpio* (carpe) et jouait ainsi le rôle de nécrophage (communication orale, 1975). Au printemps, il s'attaque aux batraciens, *Rana temporaria* (grenouille rousse), sortant de l'hibernation ; il leur ouvre l'abdomen afin d'y prélever les glandes génitales.

2° ACTION INDIRECTE

Elle s'effectue de deux façons interdépendantes sur l'avifaune. Ainsi, à la Mare à Goriaux, en utilisant les grands hélophytes pour la construction de ses huttes ou pour sa nutrition, le rat musqué limite les roselières, ce qui réduit l'aire de nidification des passereaux paludicoles tels *Acrocephalus arundinaceus* (rousserolle turdoïde), *Acrocephalus scirpaceus* (rousserolle effarvate), *Acrocephalus schoenobaenus* (phragmite des joncs), *Emberiza schoeniclus* (bruant des roseaux), *Cettia cetti* (bouscarle de Cetti), *Locustella luscinioides* (locustelle luscinioides), mais il provoque également l'accroissement de la surface d'eau libre et favorise alors l'arrêt des espèces migratrices comme *Gavia arctica* (plongeon arctique), *Phalacrocorax carbo* (grand cormoran), *Cygnus cygnus* (cygne sauvage). L'animal agit aussi sur la faune piscicole en circulant dans les frayères et en détruisant les plantes qui supportent les pontes (ARRIGNON, 1976).

CONCLUSION

La place que tient le rat musqué dans l'écosystème étang est manifestement très importante. L'animal en est un des facteurs biotiques essentiels. Son action sur les biocoenoses en place est constante, mais elle trouve cependant son apogée en période estivale et automnale par la modification des phytocoenoses des biotopes considérés.

BIBLIOGRAPHIE

- ARRIGNON, J. (1976). — Aménagement écologique et piscicole des eaux douces. Gauthier-Villars, 320 pp., Paris.
- GÉHU, J. M. (1973). — Unités taxonomiques et végétation potentielle du Nord de la France. *Doc. Phytosoc.*, 4 : 1-22, Lille.
- LE BOULANGE, E. (1972). — Etat de nos connaissances sur l'écologie du rat musqué *Ondatra zibethica* L. *Terre et Vie*, 26 : 3-37, Paris.
- MÉRIAUX, J. L. (1974). — Etude de la végétation de la Mare à Goriaux, Parc Naturel Régional de St-Amand Raismes. Diplôme d'Etudes approfondies, 56 pp., 6 tabl., 1 carte, Lille.
- MÉRIAUX, J. L. (1976). — Influence écologique du rat musqué (*Ondatra zibethica* L.) sur l'écosystème étang. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, 28-29 (1975-1976), suppl. 6 : 3, Lille.
- MÉRIAUX, J. L. (1977). — Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (vallée de la Sensée et Bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). Thèse de Doct., 3^e cycle, 250 pp., 5 tabl. h.t., Metz.

V - SYNECOLOGIE AQUATIQUE

LA VÉGÉTATION COMME TEST DE LA QUALITÉ DES EAUX

MERIAUX J.-L., 1982 - L'utilisation des macrophytes et des phytocoenoses aquatiques comme indicateurs de la qualité des eaux. *Les Naturalistes belges*, 63 : 12-28, Bruxelles.

EXTRAIT
TOME 63, 1982

**LES
NATURALISTES
BELGES**

L'utilisation des macrophytes et des phytocoenoses aquatiques comme indicateurs de la qualité des eaux

par Jean-Luc MERIAUX (*)

L'intérêt de l'utilisation des végétaux comme indicateurs biologiques n'est plus à démontrer. En ce qui concerne le milieu terrestre, cette utilisation se limite à quelques espèces ou quelques groupes d'espèces. Ainsi la sensibilité des lichens à la pollution de l'air a été mise en évidence par plusieurs auteurs dont DELZENNE (1973) qui a établi pour le Nord de la France une carte de répartition des lichens en fonction de la teneur en SO₂ de l'air. Sur les substrats riches en métaux lourds (plomb, zinc) se développent des espèces métallocoles comme *Armeria maritima* subsp. *halleri*, *Cardaminopsis halleri*, *Silene vulgaris* subsp. *humilis*, *Viola lutea* var. *calaminaria*. La présence de ces métallophytes absolus renseigne sur le sous-sol et le Silène calaminaire indiqué par ANTONOVICS, BRADSHAW et TURNER (1971) comme indicateur universel du zinc dans toute l'Europe sert communément aux prospections minières.

Mais c'est au niveau du milieu dulçaquicole et plus précisément pour la connaissance de l'état des eaux courantes que l'emploi d'indicateurs biologiques (bactéries, invertébrés aquatiques, ichthyofaune, microflore et macroflore) s'exprime de façon plus complète.

I. Notions de saprobiontie, de trophie. Eutrophisation et pollution

1. NOTIONS DE SAPROBIONTIE ET DE TROPHIE

La saprobiontie peut se définir comme l'aptitude des espèces à consommer la matière organique sous ses différentes formes. KOLKWITZ et MARS-

(*) Institut Européen d'Écologie, 57000 Metz et Laboratoire d'Écologie Végétale, Faculté de Pharmacie, 59045 Lille.

SON (1908 et 1909) ont proposé une gamme d'organismes indicateurs du degré de pollution organique. Ce système des saprobies aboutit à la définition de plusieurs classes d'eaux :

- *Zone cathaprobe* : eau très pure, consommable (O_2 : sursaturation).
- *Zone oligosaprobe* : eau où l'oxygène est relativement abondant et où les matières organiques sont minéralisées (O_2 : 6 à 8 mg/l).
- *Zone mésosaprobe α* : eau moyennement polluée ; l'oxygène est présent ; les composés ammoniacaux sont transformés en nitrites et nitrates (O_2 : 4 mg/l).
- *Zone mésosaprobe β* : eau moyennement polluée (plus que mésosaprobe) ; les matières organiques se transforment en acides aminés, sels ammoniacaux et nitrites (O_2 : 2 mg/l).
- *Zone polysaprobe* : eau polluée riche en ammonium (O_2 : 0,5 mg/l).
- *Zone thiosaprobe* : eau fortement polluée contenant des sulfures et dégageant l'hydrogène sulfuré.

À côté de cette zonation basée sur la pollution en matière organique et les processus d'auto-épuration, se conçoit une distinction de types d'eaux basée sur la trophie (teneur en cations essentiellement) ou teneur en matières nutritives.

- *Eau oligotrophe* : pauvre en matières nutritives
0 à 50 μ mhos/cm/cm²
0 à 0,5 meq/l (pour $Ca^{++} + Mg^{++}$ en particulier)
- *Eau mésotrophe* : moyennement riche en matières nutritives
50 à 200 μ mhos/cm/cm²
0,5 à 2 meq/l (pour $Ca^{++} + Mg^{++}$ en particulier)
- *Eau eutrophe* : riche en matières nutritives
200 μ mhos/cm/cm²
2 meq/l (pour $Ca^{++} + Mg^{++}$ en particulier)
- *Eau dystrophe* : Composition déséquilibrée, l'un des cations ayant une teneur anormalement élevée. Pour d'autres auteurs, eau riche en matières humiques.

Des types intermédiaires peuvent être considérés au niveau des valeurs de passage : oligo-mésotrophe et méso-eutrophe.

2. EUTROPHISATION ET POLLUTION

Pour de nombreux hydrobiologistes, eutrophisation est synonyme d'accroissement de matières nutritives donc d'augmentation de production des producteurs. Cette conception est réfutée par VERNEAUX (1980) pour qui l'eutrophisation est un processus conduisant à l'état d'équilibre corres-

pondant à une production optimale non en producteurs ou en décomposeurs mais en consommateurs dont l'abondance optimale dans la diversité maximale serait représentative du stade le plus eutrophe. Ce stade résulte par conséquent «de la meilleure utilisation possible des éléments nourriciers» et traduit un état de «pseudo-climax stationnel». Pour VERNEAUX il faut distinguer les *phénomènes d'eutrophisation*, qui conduisent au stade eutrophe un cours d'eau ou une des stations d'un cours d'eau, des *phénomènes de pollution* dus à des apports exogènes. Ceux-ci peuvent être de deux sortes :

- Apports de substances toxiques inhibitrices, pesticides, détergents, métaux lourds qui engendrent des perturbations de l'édifice biologique ou sa disparition.

- Apports de substances nourricières (nitrates, phosphates) qui, fournies en faible quantité, accélèrent l'eutrophisation mais qui, en quantité trop importante, bouleversent l'édifice biologique et aboutit à sa simplification.

II. Principales méthodes biologiques de détermination de la qualité des eaux courantes

La connaissance et le suivi de l'état du milieu aquatique, milieu servant souvent d'exutoires aux industries ou collectivités, sont devenus une nécessité.

À côté du *système de saprobies* de KOLKOWITZ et MARSSON (1908 et 1909) et des méthodes qui en dérivent, se sont développées ces dernières années d'autres méthodes qui devraient permettre par leur emploi généralisé une meilleure connaissance des biotopes fluviatiles et par conséquent une lutte appropriée contre les pollutions qui les menacent ou les atteignent.

Nous nous bornerons à évoquer en quelques lignes les plus usitées :

- *Méthode des indices biotiques* de TUFFERY et VERNEAUX (1967), basée sur l'inventaire de la faune d'invertébrés aquatiques.

- *Méthode fondée sur l'analyse des peuplements de diatomées benthiques* de DESCY (1976 et 1980) ou de COSTE (1978) avec détermination d'indices diatomiques permettant l'évaluation du degré de pollution globale des eaux.

- *Méthode axée sur l'utilisation des bryophytes aquatiques et subaquatiques* de EMPAIN (1978) et de EMPAIN et coll. (1980) avec établissement d'un coefficient de toxiphobie caractéristique de chaque espèce et calcul d'un indice global de qualité des eaux.

La détermination de la qualité biologique des eaux courantes, état de trophie et degré de pollution, peut donc se faire à partir de méthodes

différentes, les unes basées sur la présence de biocoenoses ou d'organismes indicateurs (diatomées indicatrices de pollution organique), les autres appuyées sur un examen de l'ensemble des peuplements d'un biotope et pour lesquelles la présence mais aussi l'absence de taxons, l'état d'évolution des composantes des populations (développement, régressions) sont pris en compte.

À côté de ces méthodes basées sur la récolte et l'échantillonnage de populations végétales et animales se pratiquent de plus en plus les tests de toxicité réalisés en laboratoire avec recherche et dosage des micropolluants sur les organismes aquatiques. Les espèces les plus couramment employées pour ces recherches écotoxicologiques sont la Daphnie (*Daphnia magna*), le Vairon (*Phoxinus phoxinus*) et la Truite arc-en-ciel (*Salmo trutta iridens*).

III. Utilisation des végétaux de la macroflore aquatique comme indicateurs biologiques

1. ESPÈCES ET PHYTOCOENOSSES INDICATRICES DE TROPHIE ET DE POLLUTION

Les résultats des recherches que nous avons menées sur les biotopes à eaux stagnantes et à eaux courantes de plusieurs régions de France (Nord, Picardie, Alsace, Lorraine, Vivarais), l'examen des données des auteurs allemands (OBERDORFER, 1970 ; KÖHLER, 1975 ; WIEGLEB, 1978 ; POTT, 1980), britanniques (HASLAM, 1978), français (FELZINES, 1977 ; CORILLION, 1957) nous ont permis de mieux saisir l'écologie de nombreux macrophytes aquatiques et des phytocoenoses qu'elles réalisent. Ces phytocoenoses ont, en général, une amplitude écologique (degré d'euryécie) plus restreinte que celle de leurs composantes floristiques prises une à une et leur valeur indicatrice est plus grande.

En raison même du caractère intégrateur des espèces et des phytocoenoses, il est difficile de les rapporter directement à un paramètre chimique ou à ses variations ; il est plus aisé de les rapporter à un type général d'eau.

Les éléments pris en compte parallèlement aux résultats des analyses physico-chimiques sont :

- Pour les espèces : la présence ; l'abondance (développement) ; l'apparition ; la régression ; l'absence ; la diversité en un aquatope.
- Pour les phytocoenoses : la présence ; la diversité structurale ; la composition floristique ; les variations ; l'absence ; la diversité des phytocoenoses en un aquatope.

TABLEAU I

Classement des espèces en catégories trophiques (sels minéraux nutritifs)

<i>Biotores oligotrophes</i>		<i>Biotores eutrophes</i>
Calcicoles	<i>Stratiotes aloides</i> **	<i>Callitriche platycarpa</i> **
<i>Potamogeton coloratus</i> **	<i>Utricularia vulgaris</i> **	<i>Sparganium emersum</i> var. <i>longissimum</i> **
<i>Chara hispida</i> **	<i>Ricciocarpus natans</i> *	<i>Potamogeton pectinatus</i> **
	<i>Sparganium minimum</i> *	<i>Lemna gibba</i> **
Acidophiles	<i>Riccia fluitans</i> *	<i>Zannichellia palustris</i> **
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> **	<i>Hydrocotyle vulgaris</i> *	<i>Ceratophyllum demersum</i> **
<i>Callitriche brutia</i> *	<i>Najas minor</i> *	<i>Callitriche obtusangula</i> *
<i>Baldellia ranunculoides</i> *	<i>Callitriche truncata</i> subsp. <i>occidentalis</i> *	<i>Sparganium emersum</i> fo. <i>fluitans</i> *
<i>Menyanthes trifoliata</i> *	<i>Ranunculus peltatus</i> *	<i>Potamogeton lucens</i> *
<i>Comarum palustre</i> *	<i>Potamogeton obtusifolius</i> *	<i>Myriophyllum verticillatum</i> *
<i>Littorella uniflora</i> *	<i>Ranunculus trichophyllus</i>	<i>Elodea canadensis</i> *
<i>Potamogeton polygonifolius</i> *	<i>Potamogeton friesii</i>	<i>Nuphar lutea</i> *
<i>Utricularia minor</i> *	<i>Potamogeton acutifolius</i>	<i>Oenanthe fluviatilis</i> *
<i>Callitriche hamulata</i>	<i>Potamogeton compressus</i>	<i>Sagittaria sagittifolia</i> fo. <i>vallisneriifolia</i> *
	<i>Potamogeton trichoides</i>	<i>Ranunculus circinatus</i> *
	<i>Potamogeton densus</i>	<i>Ranunculus penicillatus</i> *
	<i>Potamogeton gramineus</i>	
	<i>Potamogeton natans</i>	<i>Potamogeton perfoliatus</i>

<i>Nymphoides peltata</i>	<i>Potamogeton alpinus</i>
<i>Nymphaea alba</i>	<i>Potamogeton nodosus</i>
<i>Nymphaea candida</i>	<i>Potamogeton pusillus</i>
<i>Nymphaea minor</i>	<i>Myriophyllum spicatum</i>
<i>Callitriche palustris</i>	<i>Elodea nuttallii</i>
<i>Callitriche cophocarpa</i>	<i>Elodea ernstae</i>
<i>Nitellopsis obtusa</i>	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>
<i>Nitella flexilis</i>	<i>Spirodela polyrhiza</i>
<i>Nitella gracilis</i>	<i>Hottonia palustris</i>
<i>Eleocharis acicularis</i>	<i>Ranunculus aquatilis</i>
<i>Luronium natans</i>	<i>Chara contraria</i>
<i>Polygonum amphibium</i> fo. <i>natans</i>	<i>Butomus umbellatus</i> fo. <i>vallisnerifolius</i>
<i>Hippuris vulgaris</i>	<i>Najas major</i>
<i>Trapa natans</i>	

** Valeur indicatrice élevée

* Bonne valeur indicatrice

Les autres espèces ont une valeur indicatrice faible mais occupent préférentiellement le biotope indiqué.

Espèces et phytocoenoses ⁽¹⁾ ont été réparties au sein des tableaux I et II selon leur niveau trophique : espèces oligotrophes, espèces mésotrophes et espèces eutrophes.

Les eaux mésotrophes peuvent héberger la majorité des hydrophytes : en effet, les espèces oligotrophes et eutrophes peuvent aisément y transgresser alors que les hydrotopes oligotrophes et eutrophes sont beaucoup plus sélectifs et éliminent un nombre important d'espèces exigeant des conditions écologiques strictes, les eaux oligotrophes étant à cet égard les plus sélectives et les moins riches.

Au sein de chaque classe trophique, les espèces et phytocoenoses à amplitude écologique la plus étroite peuvent être considérées comme des espèces ou des phytocoenoses à valeur indicatrice élevée ou bonne.

Selon WIEGLEB (1978) les deux facteurs chimiques qui conditionnent l'installation et le développement des hydrophytes et des phytocoenoses qu'ils constituent sont la teneur en hydrogène-carbonate et celle en gaz carbonique. Les autres facteurs n'auraient qu'un rôle secondaire (résultats d'études menées sur la relation entre la végétation aquatique et la composition chimique des eaux de Basse-Saxe). Cela paraît valable jusqu'à une certaine limite ; les facteurs considérés comme secondaires par WIEGLEB peuvent, lorsque leur teneur dépasse un seuil critique, en particulier les polluants comme les phosphates et l'ammonium, assumer un rôle primordial.

Ainsi certains hydrophytes sont sensibles à l'ammonium (*Potamogeton coloratus*, *Chara hispida*), aux phosphates (*Chara div. sp.*, *Nitella div. sp.*) ; leur disparition indique l'apparition de ces substances en un hydrotape. D'autres résistent bien aux pollutions par les ions chlorure (*Zannichellia palustris*, *Potamogeton pectinatus*), par les matières organiques (*Ceratophyllum demersum*, *Lemna gibba*, *Callitriche platycarpa*, *Potamogeton trichoides*) ; un taux élevé de ces substances favorise leur développement au détriment des autres espèces.

L'extension ou la raréfaction des espèces d'un biotope aquatique sont donc non seulement étroitement liées à sa teneur en nutriments, mais aussi à sa concentration en matières organiques et à leur polluosensibilité ou à leur polluo-résistance aux substances toxiques.

Plusieurs phytocoenoses résistent bien aux excès de substances dans le milieu :

- Matières organiques : *Potamogeton trichoides*, *Hottonietum palustris*, *Ranunculetum peltati*.
- Matières humiques : *Riccietum fluitantis*, *Ricciocarpetum natantis*.

(1) La syntaxonomie employée est celle de OBERDORFER (1977) et de MERIAUX (1977).

TABLEAU II

Classement des phytocoenoses en catégories trophiques

Biotopes oligotrophes	Biotopes mésotrophes	Biotopes eutrophes
<p><i>Eaux courantes</i> (acidophiles) Callitricho-Myriophylletum alterniflori</p>	<p><i>Eaux stagnantes</i> Hydrocharito-Stratiotetum Nitellopsidetum obtusae Myriophyllo-Nupharetum faciès à Potamogeton natans faciès à Nymphaea alba Trapetum natantis Nymphoidetum peltati Nupharetum pumili</p>	<p><i>Eaux stagnantes</i> Myriophyllo-Nupharetum faciès à Nuphar lutea faciès à Myriophyllum verticillatum Potametum lucentis Najadetum marinae</p>
<p><i>Eaux courantes et eaux stagnantes</i> (calcicoles) Potametum colorati Charetum hispidae</p>	<p><i>Eaux courantes</i> Veronico-Callitrichetum stagnalis Ranunculo-Sietum erecti-submersi Callitricho-Myriophylletum alterniflori var. à Ranunculus peltatus</p>	<p><i>Eaux courantes</i> Potamo-Ranunculetum fluitantis Callitrichetum obtusangulae Fontinalidetum antipyreticae</p>

TABLEAU III

Zonation floristico-écologique et zonation phytocoeno-écologique au niveau des biotopes fluviatiles et lacustres

	Zonation floristico-écologique	Zonation phytocoeno-écologique
<i>Zone A</i> eaux oligotrophes <i>calcaires</i> pollution nulle	Potamogeton coloratus Chara hispida Juncus subnodulosus	Potametum colorati Charetum hispidae
<i>acides</i>	Myriophyllum alterniflorum Callitriche hamulata Potamogeton polygonifolius Nuphar pumila	Callitriche-Myriophylletum alterniflori Nupharetum pumili
<i>Zone B</i> eaux mésotrophes pollution nulle	Sium erectum fo. submersa Mentha aquatica fo. submersa Sparganium minimum Potamogeton densus Nymphaea alba var. minor	Ranunculo-Sietum erecto-submersi faciès à Sium erectum fo. submersa Nymphaeetum albae-minoris
<i>Zone C</i> eaux méso-eutrophes pollution nulle ou atténuée	Hippuris vulgaris fo. fluitans Ranunculus penicillatus Ranunculus trichophyllus Callitriche truncata ssp. occidentalis	Ranunculo-Sietum erecti-submersi faciès à Ranunculus trichophyllus faciès à Ranunculus penicillatus

Batrachospermum moniliforme
 Ranunculus peltatus
 Potamogeton natans
 Polygonum amphibium
 fo. aquaticum
 Nymphaea alba
 Lemna trisulca

Myriophyllo-Nupharetum
 faciès à Nymphaea alba
 faciès à Potamogeton natans
 faciès à Polygonum amphibium
 fo. aquaticum
 Lemnetum trisulcae

Zone D

eaux eutrophes

pollution diffuse à importante

Zannichellia palustris
 fo. fluviatilis
 Ranunculus fluitans
 Oenanthe fluviatilis
 Potamogeton nodosus
 Fontinalis antipyretica
 Callitriche obtusangula
 Nuphar lutea
 Potamogeton lucens
 Myriophyllum verticillatum
 Myriophyllum spicatum
 Spirodela polyrhiza

Potamo-Ranunculetum fluitantis

Fontinalidetum antipyreticae

Callitrichetum obtusangulae

Potametum lucentis

Myriophyllo-Nupharetum

 faciès à Nuphar lutea

 faciès à Myriophyllum verticillatum

 faciès à Myriophyllum spicatum

Spirodeletum polyrhizae

Zone E

eaux eutrophes

pollutions organiques
et minérales intenses

Callitriche platycarpa
 Sparganium emersum
 var. longissimum
 Sagittaria sagittifolia
 fo. submersa
 Potamogeton pectinatus
 var. interruptus
 Zannichellia palustris
 spp. palustris fo. stagninus
 Enteromorpha intestinalis
 Lemna gibba
 Ceratophyllum demersum
 Elodea canadensis

Callitrichetum obtusangulae
 faciès à Callitriche platycarpa
 Gt à Callitriche platycarpa

Sparganio-Potametum pectinati

Zannichellietum majoris

Potametum pectinati

Lemnetum gibbae

Gt à Ceratophyllum demersum

Zone V

pollution excessive

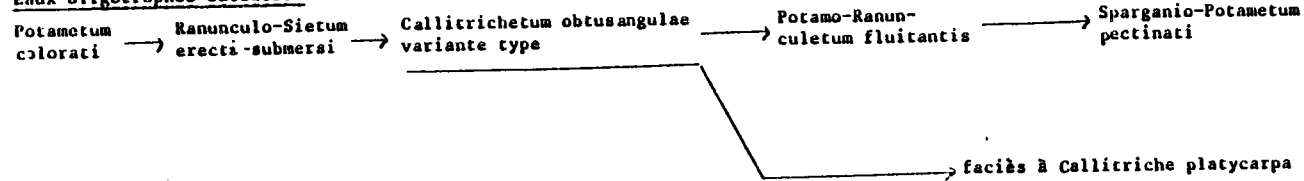
«Vide» floristique
 (espèces rares mal développées)

«Vide» phytocoenologique

TABLEAU N° IV - Exemple de zonations phytocoeno-écologiques de ruisseaux et rivières

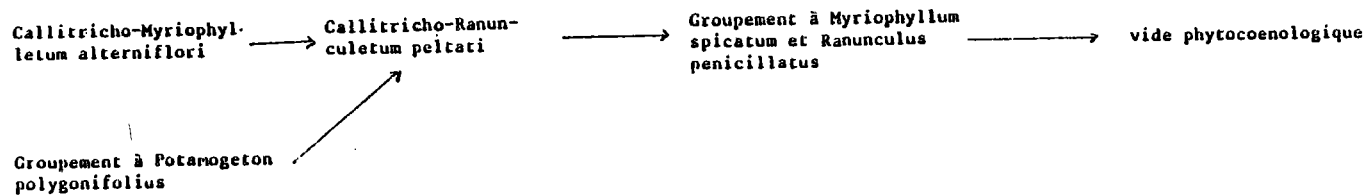
Eaux riches en calcaire - ex : Ried d'Alsace (CARBIENER, 1977 - modifié) - A, B, C, D, E

Eaux oligotrophes calcaires -



Eaux pauvres en calcaire -

Eaux oligotrophes acides (KOHLER, 1975 - modifié) - A, B, C, V



→
- conductivité, NH_4^+ , PO_4^{---} , NO_3^- , Cl^- , matières organiques +

D'autres supportent les pollutions organiques et minérales (Cl^- , SO_4^{--} , PO_4^{---} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{++}):

- Eaux stagnantes : *Zannichellietum majoris*, *Potametum pectinati*, Groupement à *Ceratophyllum demersum*, *Lemnetum gibbae*, Groupement à *Potamogeton crispus*, Groupement à *Callitriche platycarpa*.

- Eaux courantes : *Callitrichetum obtusangulae*, *Potamo-Ranunculetum fluitantis*, variante à *Oenanthe fluviatilis*, variante à *Sagittaria saggitifolia* fo. *vallisneriifolia*, *Sparganio-Potametum pectinati*, Groupement à *Callitriche platycarpa* (dégradation du *Callitrichetum obtusangulae* ou du *Potamo-Ranunculetum fluitantis*).

Leur persistance en un biotope aquatique dépourvu de toute autre phytocoenose renseigne directement sur l'état de pollution de l'eau.

Quelques phytocoenoses se relèvent uniquement dans les milieux subsaumâtres à saumâtres et peuvent de ce fait être considérées comme de bonnes indicatrices de salinité des eaux (marais arrière-littoraux, marais continentaux proches de salines) : *Charetum canescentis*, *Ranunculetum baudotii*, *Ruppium maritima*.

Les associations d'hydrophytes flottants peuvent être considérées comme de bonnes indicatrices et le passage des associations du *Lemnion trisulcae* au *Lemnion gibbae* traduit l'augmentation du degré de trophie des eaux et l'apparition d'une pollution de plus en plus marquée (MERIAUX, 1977 ; MERIAUX et GEHU, 1979). Ceci semble se vérifier pour les eaux alcalines ($\text{H}_2\text{CO}_3^- > 5 \text{ meq/l}$).

	<i>Lemnion trisulcae</i>		<i>Lemnion gibbae</i>	
Riccietum fluitantis	Riccio carpetum natantis	Lemnetum trisulcae	Spirodeletum polyrhizae	Lemnetum gibbae
-				+
	trophie des eaux Ca^{++} , NO_3^- polluo-sensibilité pH			
+				-
	matières humiques amélioration de la qualité des eaux			

Le *Lemnetum gibbae* résiste bien à la pollution ; la sous-association à *Azolla filiculoides* se rencontre dans les eaux les plus minéralisées ($\text{C} = 3374 \mu\text{mhos/cm/cm}^2$).

L'apparition de la sous-association à *Spirodela polyrhiza* et de celle à *Lemna trisulca* traduisent une amélioration de la qualité des eaux (auto-épuration).

2. ZONATIONS FLORISTICO-ÉCOLOGIQUE ET PHYTOCOENO-ÉCOLOGIQUE

Outre ces indications directes de qualité chimique des eaux, les macrophytes et les phytocoenoses aquatiques peuvent servir de base à une zonation écologique des cours d'eau. Cette zonation floristico-écologique a pour origine les travaux de KÖHLER et de son école (KÖHLER, 1972, 1975 ; KÖHLER *et coll.* 1971, 1973, 1974), de CARBIENER (1977) et ont été repris récemment par DECORNET (1979). Ces auteurs ont montré la possibilité d'une zonation écologique des cours d'eau à partir de la macroflore submergée, zonation reflet de l'eutrophisation de la source vers l'aval.

En fonction du degré d'eutrophisation, six zones floristico-écologiques (A, B, C, D, E, V) ont pu être distinguées par KÖHLER *et coll.* (1974) alors que CARBIENER (1977) en reconnaît quatre (A, B, C, D) et DECORNET (1979) sept (A, B, C, D, dégradé, E, V). HABER et KÖHLER (1973) préfèrent plutôt utiliser les espèces isolées ou les groupes d'espèces plutôt que les associations phytosociologiques, contrairement à CARBIENER et DECORNET. Nous avons tenté de faire une synthèse des données de ces auteurs *tout en intégrant nos propres résultats sur les eaux courantes mais aussi en les adaptant aux eaux stagnantes* suivant le milieu concerné (étang oligotrophe, mésotrophe, eutrophe) ou les secteurs d'un même biotope suffisamment étendu pour présenter des modifications de trophie en fonction des rejets et de la composition initiale naturelle des eaux (tableau III).

Des espèces et des associations sont exclusives de zones (*Potamogeton coloratus* et *Potamogeton colorati* de la zone A) ; d'autres sont préférentielles d'une zone mais peuvent se rencontrer dans plusieurs zones (*Potamogeton pectinatus* var. *interruptus* dans les zones D et E ; *Callitriche obtusangulae* dans la zone D mais aussi C et E). Les espèces de la zone E existent toutes dans la zone D mais persistent seules en E, zone dont la détermination se fera à partir de la présence de plusieurs espèces et de l'absence d'autres (indicateurs négatifs).

Les différences floristiques observées au niveau de zones identiques, absence d'espèces ou variations d'association selon l'utilisation de la zone floristico-écologique ou phytosocio-écologique, sont le reflet de modifications du degré de trophie.

La succession des zones de A vers V traduit des teneurs croissantes en ammonium et phosphates, paramètres figurant le plus fidèlement l'évolution de la qualité d'un cours d'eau. Des séquences phytosociologiques mises en évidence par KÖHLER (1975) et CARBIENER (1977) s'observent aisément dans les cours d'eau de la tête de bassin à l'aval ; le cas le plus simple consiste en la succession des séquences A B C D E V ; pour d'autres rivières les apports externes de nutriments ou de substances toxiques ou inhibitrices provoquent des modifications dans la succession

comme l'a montré CARBIENER (1977) dans des rivières du réseau hydrographique alsacien. On peut ainsi remarquer des séquences tronquées (C D E), inversées (A C B D E V), ondulatoires (A B C D B C D).

Deux séquences phytocoenologiques spatiales ou temporelles pouvant se rencontrer en Alsace (A B C D E) et dans le Massif Central (A B D V), réalisées à partir des données de CARBIENER et KÖHLER et modifiées en fonction de nos observations, figurent dans le tableau IV.

Conclusion

La zonation floristico-écologique ou phytosocio-écologique d'un cours d'eau apporte un diagnostic rapide de la qualité de ses eaux suivant les différents secteurs distingués. Ce mode d'appréciation globale du degré de trophie des eaux ne s'oppose pas à l'analyse chimique ni à la définition d'indices biotiques ou diatomiques. Il peut être l'une des composantes de la connaissance de l'état d'un cours d'eau. D'autre part, les résultats apportés par la distinction de ces zonations basées sur la macroflore submergée, s'ils sont moins précis, sont cependant plus rapides et moins onéreux que ceux apportés par les autres méthodes. Ils peuvent servir de moyen d'approche d'estimation de la qualité de l'eau et de ses variations, les analyses physico-chimiques et les autres méthodes basées sur la faune et la microflore pouvant intervenir secondairement ou en parallèle dans le cas de suivi régulier de la qualité d'un cours d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTONOVICS I., BRADSHAW A. D. et G. TURNER, 1971. - Heavy metal tolerance in plants. In : J. B. CRAGGS (Editor). *Advances in ecological research*. Acad. Press London : 1-85.
- CARBIENER R., 1977. - Étude d'une séquence phytosociologique de végétaux supérieurs bioindicateurs d'eutrophisation progressive dans les cours d'eaux phréatiques du Ried d'Alsace. *Comm. Congrès Limnologie Metz*, 2 p.
- CORILLION R., 1957. - *Les charophycées de France et d'Europe Occidentale*. Imp. Bretonne, 499 p., Rennes.
- COSTE M., 1978. - Sur l'utilisation de diatomées benthiques pour l'appréciation de la qualité biologique des eaux courantes. *Méthodologie comparée et approche typologique*. Thèse Doct. Fac. Sc. Techn. Univ. Franche-Comté, 143 pp. + 11 pl. Besançon.
- DELZENNE-VAN HALUWYN, Ch., 1971. - Contribution à l'étude de la distribution des lichens épiphytes dans le Nord de la France. Thèse Doc. État Pharmacie, 162 pp. Lille.
- DESCY J. P., 1976. - Étude quantitative du peuplement algal-benthique en vue de l'établissement d'une méthodologie d'estimation biologique de la qualité des

- eaux courantes. Application au cours belge de la Meuse et de la Sambre. In : «Recherche et Technique au Service de l'Environnement», CEDEBOC. 159-206. Liège.
- DESCY J. P., 1980. – Utilisation des algues benthiques comme indicateurs biologiques de la qualité des eaux courantes. La pollution des eaux continentales. Incidences sur les biocoenoses aquatiques. 2^e éd., Gauthier-Villars, 169-194. Paris.
- EMPAIN A., 1978. – Relations quantitatives entre les populations de bryophytes aquatiques et la pollution des eaux. *Hydrobiologia*, 60 : 49-74.
- EMPAIN A., LAMBINON J., MOUVET C. et R. KIRCHMAN, 1980. Utilisation des bryophytes aquatiques comme indicateurs biologiques de la qualité des eaux courantes. La pollution des eaux continentales. Incidences sur les biocoenoses aquatiques. 2^e éd., Gauthier Villars, 195-223. Paris.
- FELZINES J. C., 1977. – Analyse des relations entre la minéralisation des eaux douces stagnantes et la distribution des végétaux qui les peuplent. Étude sur les étangs en Bourbonnais. Nivernais, Morvan, Puisaye. *Ann. Sc. Nat. Botanique*, 18 : 221-249, Paris.
- HABER W. et KÖHLER, 1973. – Ökologische Untersuchung und Bewertung Fließgewässern mit Hilfe höherer Wasserpflanzen. *Landschaft und Stadt*, 4 : 159-168. Stuttgart.
- HASLAM H., 1978. – *River Plants*. Cambridge University Press, 396 p. Cambridge.
- KÖHLER A., 1975. Makrophytische Wasserpflanzen als Bioindikatoren für Belastungen von Fließgewässer-Ökosystemen. *Verh. Ges. Ökol.*, 1975, 255-276.
- KÖHLER A., BRINKMEIER R. et H. VOLLRATH, 1974. – Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger. *An. Ber. Bayer. Bot. Ges.*, 45 : 5-36. München.
- KÖHLER R., VOLLRATH H. et E. BEISL, 1971. – Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäßmakrophyten in Fließwassersystem Moosach (Münchener Ebene). *Arch. Hydrobiol.*, 69 : 333-365. Stuttgart.
- KÖHLER R., WONNEBERGER R. et G. ZELTNER, 1973. Die Bedeutung Chemischer und pflanzlicher «Verschmutzungsindikatoren» in Fließgewässersystem Moosach (Münchener Ebene). *Arch. Hydrobiol.*, 72 : 533-549. Stuttgart.
- KOLKOWITZ R. et M. MARSSON, 1908. – Ökologie der Pflanzlichen Saprobien. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.*, 26 : 505-519.
- KOLKOWITZ R. et M. MARSSON, 1909. – Ökologie der tierischen Saprobien. *Int. Rev. Ger. Hydrobiol. Hydrogéogr.*, 2 : 126-152.
- MERIAUX, J. L., 1977. – Étude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (Vallée de la Sensée et bassin houiller du Nord-Pas-de-Calais). Aspects physiologiques, floristiques, systématiques, chorologiques et écologiques. Thèse doct. 3^e Cycle, Metz : *Doc. Phytos.*, 1978, N.S. 3 : 1-244. Lille.
- MERIAUX J. L. et J. M. GEHU, 1979. – Réactions des groupements aquatiques et subaquatiques aux changements de l'Environnement. *Berichte der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde*, Epharmonie, Rinteln 1979 : 121-142.

- OBERDORFER E., 1970. – Pflanzensociologische Exkursionsflora für Süddeutschland. Ulmer 3^e éd., 987 p., Stuttgart.
- OBERDORFER E., 1977. – Süddeutsche Pflanzengesellschaften, T. I, 311 p., G. Fischer, Stuttgart.
- POTT R., 1980. – Die Wasser- und Sumpvegetation eutropher Gewässer in der Westfälischen Bucht – Pflanzensoziologische und hydrochemische Untersuchungen. Abh. Landesmus. Naturk., 42 : 1-156. Munster.
- TUFFERY G. et J. VERNEAUX, 1967. – Une méthode zoologique pratique de détermination de la qualité biologique des eaux courantes. Indices biotiques. Ann. Scient. Uni. Besançon zoologie, 3 : 79-90. Besançon.
- VERNEAUX J., 1980. – Fondements biologiques et écologiques de l'étude de la qualité des eaux continentales. Principales méthodes biologiques. La pollution des eaux continentales. Incidences sur les biocénoses aquatiques 2^e éd., 281-345, Gauthier Villars, Paris.
- WIEGLEB G., 1978. – Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. Arch. Hydrobiol., 83 : 443-484. Stuttgart.

Définition de quelques termes usuels

Biotope : milieu défini où vit une ou plusieurs espèces animales ou végétales.

Dystrophe : qualifie une eau ayant une composition déséquilibrée, soit par l'absence d'une substance nécessaire aux biosynthèses, soit par la présence excédentaire d'une substance minérale ou organique. Souvent cette eau contient une importante quantité de substances humiques qui lui confère une teinte brune.

Euryécie : amplitude écologique d'une espèce.

Eutrophe : qualifie une eau riche en matières nutritives.

Mésotrophe : qualifie une eau moyennement riche en matières nutritives.

Oligotrophe : qualifie une eau pauvre en matières nutritives.

Pseudoclimax : état d'équilibre atteint au niveau d'un biotope défini et différent du climax définitif.

Toxiphobie : réponse négative d'une espèce aux substances polluantes.

VI - HIERARCHISATION ET CARTOGRAPHIE DES BIOTOPES

MERIAUX J.-L. et TOMBAL P., 1981 - Eléments d'appréciation des écosystèmes lotiques et des écosystèmes lentiques. Essai de définition d'indices écosystémiques. *Séminaire de Phytosociologie appliquée : l'évaluation biologique du territoire par la méthode des indices biocoenotiques*, Metz 1980, 193-207.

TOMBAL P. et MERIAUX J.-L., 1981 - Contribution à une méthode propre à inventorier, évaluer et hiérarchiser les sites naturels à l'échelle régionale et nationale. *Séminaire de Phytosociologie appliquée : l'évaluation biologique du territoire par la méthode des indices biocoenotiques*, Metz 1980, 269-278.

ELEMENTS D'APPRECIATION
DES ECOSYSTEMES LOTIQUES ET DES ECOSYSTEMES LENTIQUES
ESSAI DE DEFINITION D'INDICES ECOSYSTEMIQUES

par Jean-Luc MERIAUX

Institut Européen d'Ecologie
57000 Metz

et Paul TOMBAL

Laboratoire de Cytogénétique et
d'Ecologie
Université des Sciences et Techniques
59650 Villeneuve d'Ascq

Institut Européen d'Ecologie
57000 Metz

RESUME

Les paramètres d'appréciation des écosystèmes lotiques et lentiques (pris dans le sens descriptif et selon la définition de ARRIGNON, 1977) sont inventoriés : qualité des eaux (état naturel et pollutions en fonction de la composition physico-chimique, des indices biotiques, des producteurs primaires....), flore et phytocénoses, faune (macro-invertébrés, ichtyofaune, avifaune, mammifères). Sur ces critères écologiques peuvent se greffer des éléments annexes d'ordre esthétique, socio-économique, pédagogique ...

Dans un second temps, les indices retenus en vue d'une hiérarchisation des écosystèmes considérés dans une région biogéographique définie (Nord - Picardie) sont présentés et les échelles de valeur proposées sont exposées.

SUMMARY

The estimating parameters of the running and stagning waters ecosystems (taken in the descriptive meaning and according to the definition of ARRIGNON, 1977) are inventoried : waters quality (natural state and pollutions by the physicochemical composition, the biotic indexes, the primary producers...) flora and phytocoenosis, fauna (macro-invertebrates, ichtyofauna, avifauna, mammals). On these ecological tests, supplement elements may be grafted from the aesthetic, socio-economical, pedagogic points of view.

In second time, are presented the indexes held for the ecosystems hierarchisation, considered in a defined biogeographic region (Nord-Picardie) and the proposed scales of value are explained.

INTRODUCTION

Les études permettant l'évaluation de la valeur biologique des écosystèmes à des fins de protection ou d'aménagement se sont multipliées ces dernières années. Les méthodes d'estimation mises au point sont surtout le fruit des recherches des auteurs anglo-saxons TUBBS et BLACKWOOD (1971), YAPP (1973), des néerlandais VAN DER MAAREL et STUMPEL (1974), des belges NEF (1977), PIERART et GHIO (1977), JOYE (1977), BAYENS, BERTENS et GABRIELS (1977). Certaines de ces études sont d'ordre général, d'autres ont pour cadre une région (les Ardennes), un secteur géographique bien défini, un ensemble de sites (les terrils), voire un site précis. En France LUCAS (1973) a défini une échelle de cotation des milieux naturels basée sur l'emploi de critères esthétiques, morphologiques, géologiques, botaniques et zoologiques. Nous avons pour notre part considéré un type de milieu : le milieu dulcaquicole en distinguant les écosystèmes lotiques et les écosystèmes lenticques. L'évaluation de la qualité des écosystèmes lotiques a été définie par DESCY (1977), qui a toutefois limité son évaluation à celle de la qualité de l'eau en distinguant les caractéristiques écologiques naturelles et le degré de pollution. Outre le critère qualité de l'eau, nous avons inventorié les autres paramètres à prendre en compte tant pour les écosystèmes lotiques que pour les écosystèmes lenticques et nous avons mis au point des échelles d'indices permettant une évaluation rigoureuse des écosystèmes considérés. L'inventaire des richesses biocoenotiques et des divers biotopes du territoire étudié nous a semblé être le travail préalable indispensable à la mise au point des échelles de cotation. Nous nous rattachons par là, totalement à l'idée émise par DUVIGNEAUD, LAMBINON et SCHUMACKER (1979) qui écrivent : "Il est dès lors urgent de disposer pour chaque région naturelle (et non pas pour une quelconque entité administrative), d'une échelle de rareté des espèces, des associations (surtout végétales) et des synassociations (complexes d'associations végétales et animales). Aussi longtemps que ces instruments ne seront pas établis, les évaluations écologiques resteront dans l'approximation et seront entâchées et d'une inévitable subjectivité".

I - ELEMENTS D'APPRECIATION DES ECOSYSTEMES LOTIQUES ET DES ECOSYSTEMES LENTIQUES

Nous entendons par écosystèmes lotiques les écosystèmes à eaux courantes, agitées (vitesse du courant de 20 cm/s à 100 cm/s et plus) et par écosystèmes lenticques les écosystèmes à eaux calmes, stagnantes ou à la limite faiblement courantes (vitesse du courant non mesurable ou inférieure à 10 cm/s).

Pour les deux types d'écosystèmes les critères écologiques retenus ont été les suivants :

- critères qualité des eaux,
- critères floristiques et phytocoenologiques,
- critères faunistiques

1°) Ecosystèmes lotiques (éléments du système aquatique linéaire)

a- Critères qualité des eaux

Les caractéristiques physico-chimiques naturelles des eaux et leur degré de pollution sont définis. Les éléments d'appréciation sont complémentaires :

- pH, conductivité, teneur en calcium, carbonates, sodium, magnésium,

- teneur en ammonium, nitrates, phosphates, chlorures de DBO_5 , DCO, MeS ,

b - Critères floristiques et phytocoenologiques

. Méthode proposée .:

- Inventaire des Spermatophytes, Bryophytes, Charophytes, Algues vertes filamenteuses,
- Inventaire des phytocoenoses

définition de la zonation phytocoenologique (transect de berge).

. Méthode d'autres auteurs :

- Etude des peuplements de Diatomées en référence aux travaux de SYMOENS (1957), COSTE (1974), DESCY (1976) avec emploi d'indices diatomiques ou de biotypes.

c - Critères faunistiques

. Méthode proposée :

- Inventaire de l'ichtyofaune et de l'avifaune.

Eléments secondaires considérés : macro-invertébrés et mammifères remarquables.

. Méthode d'autres auteurs :

- utilisation d'indices biotiques et de pollution mis au point par TUFFERY et VERNEAUX (1967), à partir des poissons et des macro-invertébrés.

2°) Ecosystèmes lenticques

Sous ce terme nous avons regroupé les étangs et plans d'eaux (quelques ha à plus de 100 ha), les complexes de mares prairiales (éléments du système aquatique spatial ou ponctuel), mais aussi les rivières à courant très lent (éléments du système aquatique linéaire).

a - Critères qualité des eaux

Les caractéristiques écologiques naturelles des eaux liées à la nappe phréatique et leur degré de pollution sont définis. Les éléments d'appréciation sont la composition physico-chimique des eaux avec les paramètres semblables à ceux des écosystèmes lotiques.

b - Critères floristiques et phytocoenologiques

c - Critères faunistiques

Ces critères biologiques sont identiques à ceux des écosystèmes lotiques.

A côté de ces critères écologiques, axés sur les composantes biotiques et abiotiques, peuvent se greffer des critères d'ordre purement subjectifs :

. critères paysagers

allure générale ou "esthétique" du système (rectiligne ou avec méandres pour les rivières, prise en compte de la longueur des berges pour les étangs),

place du système dans son environnement (plaines, collines, forêts)

. critères sociologiques

valeur en tant que domaine récréatif (pêche, promenade, voile),
situation par rapport aux agglomérations et degré d'accessibilité,
densité régionale

. critères psychologiques

valeur sentimentale,
valeur esthétique

D'autres critères peuvent de même être considérés :

- critères pédagogiques,

- critères "sensibilité" au tourisme, aux implantations industrielles, aux pratiques agricoles.

Ces critères ont été secondairement globalisés lors d'études d'impact ou d'aménagement que nous avons eu l'occasion de mener.

II - ESSAI DE DEFINITION D'INDICES ECOSYSTEMIQUES

Application aux régions du Nord et de Picardie (32 120 km²)

A. Méthode

Dans un premier temps, nous avons réalisé un bilan des espèces et des phytocoenoses rencontrées et dans un second temps nous avons défini leur degré de rareté (tableau n° I) avec distinction de la rareté absolue et de la rareté liée à une région limitée. Le quadrillage (IF₂B (1) a servi de base à l'élaboration de cet indice de rareté. A cet effet, nous avons utilisé nos résultats inédits accumulés au cours de 10 années de "terrain" et nous nous sommes référés à l'ensemble des travaux récents de floristique et de phytosociologie régionales. Nous n'avons pu les faire apparaître qu'en bibliographie en raison de leur volume. Nous avons aussi utilisé dans certains cas des documents originaux non publiés et les données orales de plusieurs auteurs.

Nous tenons cependant à citer l'ensemble des auteurs dont les travaux ont servi de base à l'établissement de nos indices :

(1) Institut floristique franco-belge.

- Phytosociologie : GEHU, LERICQ, MERIAUX, TOMBAL P., WATTEZ

- Flore :

- . Spermatophytes : BERTON, BOURNERIAS, GEHU, LERICQ, MERIAUX, TOMBAL P., WATTEZ
- . Bryophytes : DE FOUCAULT, EMPAIN, WATTEZ
- . Charophytes : GUERLESQUIN, MERIAUX, WATTEZ
- . Algues vertes et Diatomées : FABRI, LECLERCQ, VIGNEUX et VIGNEUX-QUENTIN

Une démarche similaire a été adoptée lors de la définition des indices portant sur la faune et l'état des eaux.

A ces fins, nous nous sommes reportés aux travaux des nombreux auteurs que nous avons parfois consultés directement :

- . Avifaune : DECROIX, DELSAUT, GODIN, KERAUTRET, TOMBAL J.C., TROUVILLIEZ
- . Mammifères : TOMBAL G.
- . Ichtyofaune : DUCROCQ, MERIAUX, VERDEVOYE, VIGNEUX, VIGNEUX-QUENTIN,
- . Hydrobiologie : VERDEVOYE (Nord - Pas-de-Calais), VIGNEUX et VIGNEUX-QUENTIN (Picardie)

La diversité spécifique (et phytocoenologique) a été le second paramètre considéré. Les données des auteurs précités (flore et faune) ont été utilisées pour la mise au point des échelles de cotation.

B. Echelles de cotation adoptées

Régions Nord et Picardie

1 - Ecosystèmes lentiques

. Critères floristiques

a. Flore

Diversité

- 0 : de 0 à 15 espèces
- 1 : de 16 à 30 espèces
- 2 : de 31 à 45 espèces
- 3 : de 46 à 60 espèces
- 4 : de 61 à 75 espèces
- 5 : plus de 75 espèces

Rareté

- . Echelle de pondération (pourcentage des carrés IF₂B nantis de l'espèce) (Voir tableau 1 en annexe)

0 à 1%	très rare	:	30
1 à 10%	rare	:	15
10 à 25%	assez rare	:	8
25 à 50%	assez commune	:	3
50 à 75%	commune	:	1
> 75%	très commune	:	0

- . Cotation (rareté pour l'ensemble des espèces d'un milieu) :

0 :	0 à 50
1 :	51 à 100
2 :	101 à 150
3 :	151 à 200
4 :	201 à 250
5 :	plus de 250

- . Expression simplifiée des 5 classes de rareté :

0 :	ensemble d'espèces très communes
1 :	ensemble d'espèces communes et présence d'au moins 2 espèces assez rares
2 :	ensemble d'espèces assez communes et présence d'au moins 4 espèces assez rares
3 :	ensemble d'espèces assez rares dominantes ou présence d'au moins 2 espèces rares
4 :	présence d'au moins 2 espèces très rares ou 4 espèces rares
5 :	présence d'au moins 3 espèces très rares

b. Phytocoenoses (plus de 100 phytocoenoses distinguées)

Diversité

0 :	0 à 3 groupements
1 :	4 à 10 groupements
2 :	11 à 15 groupements
3 :	16 à 20 groupements
4 :	21 à 25 groupements
5 :	plus de 25 groupements

Rareté des phytocoenoses en fonction de la fréquence régionale

0 :	quelques groupements très communs
1 :	ensemble de groupements communs et présence au moins d'un groupement assez rare
2 :	ensemble de groupements assez communs et présence d'au moins 3 groupements assez rares
3 :	ensemble de groupements assez rares ou présence d'au moins 2 groupements rares
4 :	4 groupements rares ou 2 groupements très rares
5 :	au moins 3 groupements très rares

c. Complexes de végétation = complexes de groupements végétaux formant le paysage

1 : végétation hydrophytique	>	30%	a
ou végétation héliophytique	>	20%	b
ou végétation forestière hygrophile :			
arbustive	>	10%	c
arborescente	>	10%	d

2 : a + c

3 : a + b

4 : a + b + c

5 : a + b + c + d

. Critères faunistiques

a. Ichtyofaune

Diversité

0 : 0 à 5 espèces

1 : 6 à 10 espèces

2 : 11 à 15 espèces

3 : 15 à 20 espèces

4 : 20 à 25 espèces

5 : plus de 25 espèces

Valeur piscicole

5 : brochet

3 : perche

carpe

ablette

gardon

rotengle

anguille

brème

b. Avifaune

Diversité

1 : 0 à 25 espèces

2 : 26 à 50 espèces

3 : 51 à 75 espèces

4 : 76 à 100 espèces

5 : plus de 100 espèces

Rareté

5 : héron avec héronnière

5 : relais migratoire

5 : balbuzard

3 : grèbes

Autres éléments de pondération :

espèces nidificatrices

c. Considérations secondaires : mammifères et macroinvertébrés très rares ou rares

5 : très rares

4 : rares

. Critères qualité des eaux

0 : eau excessivement polluée	]	mauvaise qualité
1 : eau eutrophe très polluée		
2 : eau eutrophe faiblement polluée	]	qualité acceptable
3 : eau faiblement eutrophe		
4 : eau mésotrophe	]	bonne qualité
5 : eau oligotrophe $\left\{ \begin{array}{l} \text{acide} \\ \text{calcaire} \end{array} \right.$		

2 - Ecosystèmes lotiques

. Critères floristiques

a. Flore

Diversité

- 0 : 0 à 10 espèces
- 1 : 11 à 20 espèces
- 2 : 21 à 30 espèces
- 3 : 31 à 40 espèces
- 4 : 41 à 50 espèces
- 5 : plus de 50 espèces

Rareté

Se référer aux systèmes lenticules

Classes de 0 à 5

b. Phytocoenoses (plus de 40 phytocoenoses distinguées)

- Diversité

- 0 : 0 à 2 groupements
- 1 : 3 à 5 groupements
- 2 : 6 à 10 groupements
- 3 : 11 à 15 groupements
- 4 : 16 à 20 groupements
- 5 : plus de 20 groupements

- Rareté

Se référer aux systèmes lenticques

Echelle de 1 à 5

c. Complexes de végétations

1 : végétation hydrophytique	>	40%	a
ou végétation héliophytique	<	10%	b
ou végétation forestière hygrophile :			
arbustive homogène	>	10%	c
arborescente homogène	>	10%	d
2 : végétation hydrophytique	>	40%	e
3 : e + b			
4 : e + b + c			
5 = e + b + c + d			

. Critères faunistiques

Ichtyofaune

Diversité

- 1 : 0 à 5 espèces
- 2 : 6 à 10 espèces
- 3 : 11 à 15 espèces
- 4 : 15 à 20 espèces
- 5 : plus de 20 espèces

Rareté

- 5 : truite sauvage avec reproduction
- 4 : rivière à truites bien adaptées

. Critères qualité des eaux

0 : eau fortement polluée	]	mauvaise qualité
1 : eau eutrophe polluée		
2 : eau eutrophe	]	qualité acceptable
3 : eau faible eutrophe		
4 : eau mésotrophe	]	bonne qualité
5 : eau oligotrophe		

/ acide
 \ calcaire

Des correctifs pourraient être utilisés pour la longueur des écosystèmes lotiques (JOYE, 1977) et la surface des étangs, mais ces éléments sont déjà intégrés de par les types de phytocoenoses et d'avifaune.

C. Essai de cotation synthétique :

I - Méthode

. Evaluation des paramètres pour chaque critère

- floristique
- faunistique
- qualité des eaux

. Synthèse pour chacun des critères

. Synthèse finale

Utilisation à chaque niveau de la formule de VAN DER MAAREL

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n e_i^3}{n}}$$

S = valeur des critères ou de synthèse

e = estimation partielle

n = nombre d'informations partielles

2 - Classes définies

Classe 0	1	valeur écologique nulle ou très faible : sans intérêt
Classe 1	2	valeur écologique faible ou intéressante : intérêt local
Classe 2	3	valeur écologique moyenne ou très intéressante : intérêt régional
Classe 3	4	valeur écologique élevée ou remarquable : intérêt national
Classe 4	5	valeur écologique très élevée ou exceptionnelle : intérêt international

3 - Exemples de résultats obtenus

Ecosystèmes lentiques

. Etangs de Mareuil (Somme)	: 4,4	international
. Marais de Long (Somme)	: 4,3	international
. Marais d'Arleux (Nord)	: 4,2	international
. Marais de Guînes (Pas-de-Calais)	: 4,1	international
. Mare à Goriaux (Nord)	: 4	national

Ecosystèmes lotiques

. L'Ag (de Rumilly à Elnes)	: 4,2	international
. La Hem (de Guemy à Recques)	: 3,8	national
. La Canche	: 0,8 à 3,2	suivant les tronçons considérés, sans intérêt à régional
. L'Escaut	: 1,3	local
. La Traitoire (affluent de l'Escaut - Nord)	: 1,4	local

L'inventaire systématique des écosystèmes lentiques et lotiques nous a permis de dresser les cartes régionales hiérarchisées (cartes au 1/100 000e, à paraître).

D'autre part, nous disposons désormais d'une "banque de données écologiques" sur les sites lacustres et fluviaux des régions du Nord et de Picardie dont l'utilisation peut être multiple :

- étude de sites à des fins de protection,
- étude d'impacts lors d'aménagements (carrières, équipement autoroutiers, installations de centrales),
- base de comparaison pour les inventaires hiérarchisés d'écosystèmes dulcaquicoles d'autres régions).

Cette méthode d'évaluation propre à un type d'écosystème bien défini apparaît nettement plus complexe que celle définie par LUCAS. Celle-ci est adaptée aux cotations de complexes d'écosystèmes ; en revanche, celle que nous proposons est plus précise et plus fine car basée sur des inventaires pluridisciplinaires détaillés.

BIBLIOGRAPHIE

- BAYENS, L., BERTEN, R. et J. GABRIELS, 1977. - Evaluation quantitative des aspects esthétiques et biologiques des éléments du paysage. L'évaluation des écosystèmes, Mons 1977, 34-43.
- DESCY, J.-P., 1977. - Evaluation de la qualité écologique des écosystèmes lotiques. Considérations générales. L'évaluation des écosystèmes, Mons 1977, 114-118.
- DUVIGNEAUD, J., 1976. - Les critères d'appréciation de la valeur écologique d'un site. Exemple du versant gauche de la vallée de la Vesdre à Ninane et Chaudfontaine (province de Liège). *Natura Mosana*, 29 : 102-117. Marchienne-au-Pont.
- DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J. et R. SCHUMACKER, 1978. - L'évaluation des écosystèmes. Quelques réflexions à propos de la réunion organisée à Mons sur ce thème le 7 juin 1977. *Natura Mosana*, 31 : 171-183. Marchienne-au-Pont.
- JOYE, C., 1977. - Etude prévisionnelle de l'impact écologique de l'autoroute A 27 entre Sart et Steinebruch. L'évaluation des écosystèmes, Mons 1977, 64-78.
- KUYKEN, E., 1974. - Biologische evaluatiecriteria ten behoeve van milieu-kartering algemene situering, mogelijkheden en problemen. Studiedag over de kwantitatieve evaluatie van de biologische waarde van groene gebieden. *Extern.*, 3 : 237-245.
- LUCAS, A., 1973. - Une échelle de cotation des milieux naturels. *Penn ar Bed*, 72 : 1-5. Brest.
- MERIAUX, J.-L., 1977. - Etude analytique et comparative de la végétation aquatique d'étangs et marais du Nord de la France (vallée de la Sensée et bassin houiller du Nord - Pas-de-Calais). Thèse Doct. 3e cycle, Metz. *Doc. Phytosoc.*, N.S. III, 1-244. Lille 1978.
- MERIAUX, J.-L., Espèces rares ou menacées des biotopes lacustres et fluviales du Nord de la France (à paraître).
- NEF, L., 1977. - Considérations sur le choix des critères d'évaluation écologique. L'évaluation des écosystèmes, Mons 1977, 5-9.
- PIERART, P. et Ch. GHIO, 1977. - Evaluation des écosystèmes terrils et de leur potentialité. L'évaluation des écosystèmes, Mons 1977, 79-105.
- PIERART, P. et C. WATTIEZ, 1978. - Considérations générales sur l'évaluation des écosystèmes. *Doc. n° 1, Serv. Biol. et Ecol.*, Université de Mons.
- TUBBS, C.R. et J.W. BLACKWOOD, 1971. - Ecological evaluation of land for planning purposes. *Biol. Conservation*, 3, 169-172.
- VAN DER MAAREL, E., 1971. - Florastatistieken als bijdrage tot de evaluatie van natuurgebieden. *Gorteria*, 5 : 176-188.
- VAN DER MAAREL, E. et A.H.P. STUMPPEL, 1974. - Landschaftsökologische Kartierung und Bewertung in den Niederlanden. In : *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, Erlangen, 231-240.
- YAPP, W.B., 1973. - Ecological evaluations of a linear landscape. *Biol. Conservation*, 5 : 45-47.

Tableau n° 1 : Espèces végétales et associations très rares ou rares

A - ESPECES

1. Espèces très rares

Acorus calamus
Baldellia ranunculoides
Callitriche brutia
Callitriche hamulata
Callitriche truncata subsp. *occidentalis*
Carex appropinquata
Carex curta
Carex limosa
Ceratophyllum submersum
Cicuta virosa
Dryopteris cristata
Lathyrus palustris
Liparis loiselii
Littorella uniflora
Luronium natans

(milieu lotique) *Myriophyllum alterniflorum*

Nitellopsis obtusa
Potamogeton alpinus
Potamogeton friesii

(milieu lentique) *Potamogeton obtusifolius*

Potamogeton polygonifolius
Ranunculus lingua
Ranunculus tripartitus
Ricciocarpus natans
Scirpus tabernaemontani
Stratiotes aloides
Utricularia intermedia

2. Espèces rares

Carex vesicaria
Cladium mariscus
Hippuris vulgaris
Hottonia palustris
Myriophyllum verticillatum

Najas marina
Nymphaea alba subsp. *minor*
Nasturtium microphyllum
Oenanthe fluviatilis
Peucedanum palustre
Potamogeton coloratus

(milieu lotique) *Potamogeton densus*
Potamogeton perfoliatus
Ranunculus penicillatus
Tolypella glomerata
(milieu lentique) *Utricularia australis*
Utricularia vulgaris
Wolffia arrhiza

B - ASSOCIATIONS

1. Associations très rares

Acoretum calami
(milieu lotique) *Callitricho-Myriophyllum alterniflori*
Caricetum appropinquatae
Caricetum limosae
Ceratophyllum submersi
Cicuto-Caricetum pseudo-cyperii
Hydrocharito-Stratiotetum
Najadetum marinae
Nasturtietum microphylli
(milieu lentique) *Nitellopsidetum obtusae*
Potametum trichoidis
Ricciocarpetum natantis

2. Associations rares

Caricetum vesicariae
Cladietum marisci
(milieu lotique) *Helosciadietum nodiflori*
Hottonietum palustris
(milieu lentique) *Potametum colorati*
Ranunculetum peltati

DISCUSSION

M. DANAI. - Souligne l'absence de l'approche entomologique dans le travail présenté (qui par ailleurs n'en est pas moins considérable).

Il semble, comme les équipes américaines l'ont envisagé, que faire intervenir les orthoptères, les hétéroptères, les invertébrés benthiques dans l'inventaire général des biocoenoses et des complexes biocoenoses permet d'affiner les précisions hiérarchiques et la différenciation des sites.

Par ailleurs l'entomologie apparaît actuellement en France comme le "parent pauvre" des inventaires et analyse de milieu réalisés ou en cours de réalisation.

M. RUMELHART. - La première partie de l'exposé de M. MERIAUX a bien montré la nécessité de disposer de nombreuses données et surtout de pouvoir en faire la synthèse.

Je voudrais citer ici un cas qui pose problème : en région parisienne, un groupe amateur d'ornithologistes, qui disposait de données régionales abondantes, souhaitait réaliser un Atlas analogue à celui du C.O.R.A., c'est-à-dire présentant une synthèse de cartographie en réseau (de telle sorte que les données "ornithofaune" soient reliées avec les paysages ou niches écologiques). Notre laboratoire ayant été contacté pour réaliser la zonation du territoire de la région de programme en tels districts, nous avons sollicité, par l'intermédiaire du Comité Faune et Flore du Muséum national d'Histoire naturelle, les subventions nécessaires à ces travaux, et l'aide informatique dont dispose le Comité.

La demande est pour le moment écartée, le Comité préférant lancer en priorité la réalisation d'inventaires spécifiques parallèles, et ne s'estimant pas compétent pour aider le stade ultérieur, biocénotique et d'intégration pluridisciplinaire, évoqué ci-dessus.

Tout en reconnaissant évidemment la nécessité impérieuse et l'urgence de la réalisation de tels inventaires spécifiques, il faut dire qu'aucun souci ne s'est manifesté pour le moment dans notre région - pourtant soumise plus que d'autres à une pression d'aménagement interne et rapide - pour établir un inventaire des "milieux", et particulièrement des types de milieux végétaux. Pourtant cet inventaire biocénotique pourrait avoir, outre l'avantage de sa rapidité relative d'exécution, ceux de pouvoir servir de canevas efficace à la réalisation d'inventaires spécifiques et réseaux classiques ; ne serait-ce que pour pointer le doigt sur les secteurs jusque là ignorés ou délaissés dans la prospection monodisciplinaire.

D. YON. - 1) Donne au nom du C.E. les informations suivantes :

Comité du Directeur du Comité européen pour la Sauvegarde de la Nature et des ressources naturelles.

a - Etablissement en cours d'une classification des écosystèmes à partir du classement des espèces menacées en fonction du biotope de leur biotope.

b - Révision de la liste des plantes vasculaires menacées.

2) Il s'agit en fait de richesse spécifique (et non diversité).

CONTRIBUTION A UNE METHODE PROPRE
A INVENTORIER, EVALUER ET HIERARCHISER LES SITES NATURELS
A L'ECHELLE REGIONALE ET NATIONALE

par Paul TOMBAL (1)
et Jean-Luc MERIAUX (2)

(1) Laboratoire de Cytogénétique et d'Ecologie
59655 Villeneuve d'Ascq Cedex

et Institut Européen d'Ecologie
57000 Metz

(2) Laboratoire de Phytosociologie
Faculté de Pharmacie
59045 Lille Cedex

et Institut Européen d'Ecologie
57000 Metz

RESUME

Les auteurs posent un certain nombre de principes et méthodes qui, en première analyse, permettent la définition, l'inventaire cartographique, l'évaluation et la hiérarchisation des sites naturels sur des bases scientifiques. En particulier, quatre critères sont retenus et sommés (botanique, zoologique, écosystémique et géologique).

La valeur est déterminée par l'indice de rareté à partir de 3 éléments qualitatifs du site (espèces, communautés végétales et animales, entités géologiques) et à partir d'un élément quantitatif : l'extension spatiale des écosystèmes constitutifs.

Deux valeurs chiffrées sont ainsi définies pour chaque site naturel :

1. La valeur naturelle intrinsèque

2. La valeur naturelle relative, faisant intervenir un facteur de pression humaine sur le site.

L'expression des données sous forme d'un fichier fait apparaître pour chaque site, les espèces essentielles, la justification de la cotation ainsi que diverses considérations relatives à sa gestion.

La méthode est applicable à tous les types d'écosystèmes naturels et à toutes les régions. Elle aurait donc l'avantage de permettre un inventaire et une cartographie homogènes au niveau de la France et même de l'Europe en un temps relativement court. D'autre part, ce document posséderait un considérable intérêt dans l'optique du développement et de l'aménagement, permettant une prise en compte ajustée et suffisamment précoce des milieux naturels à l'intérieur des procédures d'aménagement.

SUMMARY

The authors set principles and methods which permit in first approach the definition, the cartographic inventory, the evaluation and the hierarchy of natural sites on scientific basis. Four criteria are distinguished and added (botanical, zoological, ecosystemical and geological). The principal elements of preciousity are determined by the qualitative rarity (of species, of living communities, of geological phenomena), and by the quantitative aspect of the ecosystemic ensemble of the site.

Two values are determined for each natural site :

1. The intrinsic natural value
2. The relative natural value

The expression of the data is presented on the pattern of an index-card showing for each site, the essential species, the justification of the quotation, and some considerations on management.

The method is applicable for all the types of natural ecosystems and for all the countries. It would have the advantage to permit a homogeneous inventory and cartography on the France, as well as the Europe, in a rather short time. Besides, this document have a great interest in the optic of development and management, permitting a regulated and early integration of the natural systems into the proceedings of management.

INTRODUCTION

Cette proposition de méthode a pour but la réalisation d'un inventaire des sites naturels de France région par région, en un temps relativement limité, avec une approche scientifique objective, homogène et une bonne reproductibilité. Cet inventaire aurait la valeur d'un résultat de première analyse, évidemment toujours modifiable en fonction d'apports scientifiques nouveaux.

L'expression des résultats est chiffrée ; elle a pour but une exploitation aisée par les responsables de l'aménagement et du développement régional, qui posséderaient ainsi un aperçu à la fois simple et concret des secteurs géographiques correspondant aux unités biologiques et naturelles les plus précieuses en France.

Le champ d'application de la méthode s'adresse aux divers écosystèmes français. L'inventaire, effectué région par région, pourrait être synthétisé au niveau de la France et étendu à l'Europe de l'ouest. C'est en effet à l'échelle internationale européenne que les unités et sites biologiques doivent être appréciés et comparés. Le critère scientifique qui apparaît essentiel est celui de la rareté sous ses divers aspects (de l'espèce, de la communauté vivante, de la classe spatiale de l'écosystème, des gisements géologiques impliqués).

L'extraction de ces 4 critères fondamentaux permet d'abord le discernement des sites, leur inventaire et leur cartographie au 1/100 000e puis au 1/25 000e ; elle permet ensuite leur évaluation et leur hiérarchisation. La complémentarité et la représentativité de l'association de ces 4 critères assurent un bon niveau d'objectivité et de reproductibilité scientifique.

PRESENTATION DE LA FICHE-TYPE ET MODALITES D'UTILISATION

L'inventaire est présenté sous forme d'un fichier des sites. Voici des détails concernant l'interprétation des différentes rubriques contenues dans la fiche-type élaborée à cet effet (voir la fiche) :

- LA SITUATION GEOGRAPHIQUE précise (département, commune, lieux-dits) carte IGN au 1/25 000e
- LA SURFACE DU SITE

Cet élément est important.

Plus un site naturel est étendu, plus il s'auto-défend vis-à-vis des agressions extérieures, plus sa capacité biologique est a priori grande, mais surtout plus il est capable d'héberger des espèces exigeantes du point de vue territorial, espèces qui de tout temps furent concurrencées par l'homme et souvent réduites ou même détruites. Cette surface s'entend "d'un seul tenant sans élément cloisonnant ou dégradant majeur". Par exemple, la coupure d'une forêt en deux parties par une autoroute doit être considérée comme une division territoriale pour les espèces animales se déplaçant au sol (Chevreuils, Cerfs, Sangliers, Carnivores, Reptiles, Batraciens) puisque dans la plupart des infrastructures de ce type, les "passages spéciaux" parfois édifiés sont d'une efficacité limitée. De même, une route à deux ou trois bandes de roulement, à forte circulation et nantie de glissières de sécurité. De même un canal dont les berges n'auraient pas été étudiées pour la remontée des animaux. De même une urbanisation et une industrialisation linéaires. A un titre moindre parce que réversible, toute clôture établie sur de grandes distances, aux sites privilégiés des déplacements animaux en particulier. D'autre part, les grandes espèces d'oiseaux (Rapaces, Pics,

FICHE TYPE

SITE DE

N°

DEPARTEMENT	COMMUNE (S)	LIEU(X)-DIT(S)	CARTE(S) I.G.N. au 1/25 000e

SURFACE :

NATURE DU SITE :

STATUT FONCIER :

EVALUATION DU SITE :

. intérêt floristique :

. intérêt faunistique :

. intérêt écosystémique :

. intérêt géologique (en partic. géomorphologique) :

VALEUR NATURELLE INTRINSEQUE

. Facteur de pression humaine

VALEUR NATURELLE RELATIVE

ACTIVITES HUMAINES TRADITIONNELLES :

ELEMENTS FRAGILES, DEGRADEES OU MENACES :

POSSIBILITES D'AMELIORATION DU SITE :

CAPACITE D'ACCUEIL EDUCATIF DU SITE :

INTENSITE DE LA PROTECTION SOUHAITABLE :

ASSOCIATIONS ET PERSONNES CONCERNEES :

OBSERVATIONS :

Anatidés, Hérons..) sont des espèces farouches également affectées par les aménagements linéaires cloisonnants. La surface d'un seul tenant est donc un critère permettant très concrètement l'existence d'une grande partie de la faune. C'est ensuite un critère simple permettant de prévenir de certains types d'aménagement linéaires mal intégrés, générateurs d'un émiettement de l'espace naturel, facteur important de dégradation du patrimoine biologique.

- LA NATURE DU SITE précise tout simplement quel est le type d'écosystème dominant la zone naturelle présentée ; par exemple : rivière ou tronçon de rivière, forêt ou portion de forêt, pelouse ou prairie, etc.. ou bien elle peut correspondre à un groupe d'écosystèmes liés entre eux (synécosystème) par une solidarité physico-chimique entre milieux unitaires ou par certaines espèces à aire minimale large (vallée ou tronçon de vallée, portion de littoral associant estuaire et dunes, enchaînement forêt-marais-tronçon de rivière, tourbière et contacts boisés, etc...).

- LE STATUT FONCIER précise simplement le type de propriété formant le site : domanial ou privé. Parfois les deux existent : par exemple, pour un espace boisé et ses lisières agricoles. On peut, bien sûr, aller plus loin dans l'étude foncière, mais cet aspect mérite une étude a posteriori.

- L'EVALUATION DU SITE est effectuée à partir des intérêts scientifiques et humains. En effet, un site naturel possède tout d'abord une valeur intrinsèque dont les éléments sont biologiques (flore, faune, écosystèmes) et géologiques (notamment géomorphologique).

Un site naturel est ensuite d'autant plus intéressant et d'autant plus fragile qu'il est encarté dans une région plus peuplée, en raison du rôle éducatif et de la pression qui s'exerce sur lui. Ainsi, la valeur scientifique intrinsèque doit être multipliée par un facteur de pression humaine donnant ainsi une valeur naturelle relative du site pour la région humaine considérée.

VALEUR NATURELLE INTRINSEQUE :

1) - En ce qui concerne l'intérêt floristique et l'intérêt faunistique, la rareté internationale et régionale, c'est-à-dire la faiblesse démographique absolue ou locale de l'espèce est un critère scientifique principal : en effet, toute espèce quelle qu'elle soit, représente un patrimoine scientifique a priori irremplaçable. Ce patrimoine peut servir demain telle ou telle branche de sciences fondamentales ou appliquées et permettre une innovation de portée mondiale (cf. Antibiotiques, culture d'Algues, sélection de la Betterave sucrière à partir d'espèces sauvages).

D'autre part, la présence d'une espèce originale et rare dans un milieu donné, révèle une propriété particulière de ce milieu, que l'écologie a charge de découvrir et qui peut être féconde elle aussi. La même notion de rareté peut et doit s'appliquer aux communautés d'espèces végétales appelées associations végétales ou phytocénoses.

A côté du nombre d'espèces total, le nombre total de communautés, notamment végétales est également indicateur et révélateur. Il s'agit de la diversité ; celle-ci s'exprime finalement sous forme d'une échelle de rareté particulière : la rareté du niveau d'épanouissement.

Cotation des critères botanique et zoologique :

- 0 Espèce ou communauté sans intérêt particulier
- 1 Espèce ou communauté typée non rare
- 4 Espèce ou communauté rare
- 9 Espèce ou communauté très rare quasi-irremplaçable

2) - En ce qui concerne l'intérêt écosystémique, il faut concevoir essentiellement l'extension spatiale, c'est-à-dire la surface des communautés intéressantes repérées par les recensements botaniques et zoologiques. Cette surface s'entend "étendue d'un seul tenant sans élément négatif majeur" déjà définie précédemment. Ce critère est essentiellement quantitatif, révélateur de la biomasse, c'est-à-dire d'un caractère important du biome des plaines tempérées d'Europe. D'autre part, il peut y avoir quantification au niveau de chaque écosystème élémentaire, par la superficie qu'il occupe. L'importance de l'extension spatiale a déjà été nettement soulignée et expliquée au début de cette présentation.

Les écosystèmes à dominante forestière (écosystèmes du type I) sont rapelons-le, en Europe tempérée, les écosystèmes naturellement majeurs en extension territoriale et comportant le plus d'espèces, notamment animales à grande aire minimale de survie (Cervidés, Sangliers, Carnivores, Grands Oiseaux). La superficie de 100 km² est le minimum permettant une certaine stabilité à une communauté incluant ces espèces : elle est alors de valeur internationale en Europe tempérée.

Cote des écosystèmes forestiers	Superficie
0 Valeur très faible	< 3 km ²
1 Valeur faible (locale)	3 à 20 km ²
4 Valeur moyenne (régionale)	20 à 100 km ²
9 Valeur supérieure (nationale, internationale)	> 100 km ²

Certains écosystèmes particuliers (écosystèmes du type II) tels que les eaux stagnantes, les dunes, les estuaires, les prairies humides, les forêts hygrophiles acquièrent une composition épanouie et suffisamment stable à partir d'une surface moindre qui peut être fixée ainsi :

Cote des écosystèmes naturels non forestiers du type II	Superficie
0 Valeur très faible	< 0,5 km ²
1 Valeur faible (locale)	0,5 à 3 km ²
4 Valeur moyenne (régionale)	3 à 10 km ²
9 Valeur supérieure (nationale, internationale)	> 10 km ²

Les landes, pelouses sèches, tourbières et écosystèmes d'eau courante (écosystèmes du type III), ont des seuils de stabilité quantitative plus faibles encore :

Cote des écosystèmes du type III	Superficie
0 Valeur très faible	< 3 ha
1 Valeur faible (locale)	3 à 10 ha
4 Valeur moyenne (régionale)	10 à 200 ha
9 Valeur supérieure (nationale, internationale)	> 200 ha

EVALUATION DES ECOSYSTEMES EN FONCTION DE LEUR SURFACE D'UN SEUL TENANT (exprimée en km²)

	Ecosystème du type I (Ec. forestier)	Ecosystèmes du type II	Ecosystèmes du type III
Valeur très faible	3	0,5	0,03
Valeur faible	3 - 20	0,5 à 3	0,03 à 0,1
Valeur moyenne	20 à 100	3 - 10	0,1 à 2
Valeur supérieure	100	10	2

Cependant, il est important de comptabiliser, en les additionnant, les écosystèmes naturels contigus formant des synécosystèmes d'un seul tenant : les caractères physico-chimiques montrent souvent une solidarité obligatoire entre les écosystèmes contigus ; des espèces et communautés végétales sont souvent liées aux contacts ; des espèces animales de grande taille et farouches par rapport à l'homme sont souvent inféodées à plusieurs écosystèmes contigus. Il y a donc un intérêt fondamental à regrouper les écosystèmes et les sites élémentaires en sites étendus ou mégasites d'un seul tenant. Dans ces conditions, ces mégasites naturels peuvent être évalués en intégrant les critères des sites élémentaires (botanique, zoologique, écosystémique et géologique), sans dépasser les cotes respectives 0, 1, 4, 9. En particulier, la valeur écosystémique, essentiellement quantitative doit être obtenue en intégrant les cotes des écosystèmes contigus, sans cependant dépasser les niveaux 0, 1, 4, 9.

Ainsi, les sites peuvent avoir des superficies très variables et s'emboîter les uns dans les autres.

Une autre méthode intéressante consiste à effectuer la somme des cotes des sites partiels, aboutissant à un total très significatif par mégasite, et permettrait d'utiles comparaisons.

3) - Pour ce qui concerne l'intérêt géologique (et en particulier géomorphologique), il faut concevoir essentiellement le critère de rareté appliqué aux phénomènes géologiques majeurs marquant le paysage : morphologie structurale-type, tectonique, éruptive, érosive ou sédimentaire, mais également l'intérêt lié au type de roche ou à un gîte fossilifère de valeur. Les éléments archéologiques peuvent être inclus dans cette cotation.

- 0 Sans intérêt particulier
- 1 Elément typé mais non rare
- 4 Elément rare
- 9 Elément très rare, difficilement remplaçable, parfois unique et irremplaçable

La valeur naturelle intrinsèque de la zone envisagée est la somme des cotes partielles botanique, zoologique, écosystémique et géologique.

Elle peut aller de 0 à 36 avec les subdivisions suivantes :

- 0 = secteur d'intérêt naturel très faible
- 1 à 3 = secteur d'intérêt faible = "intéressant"
niveau d'alerte administrative = local
- 3 à 8 = secteur d'intérêt moyen = "remarquable"
niveau d'alerte administrative = régional
- 9 à 14 = secteur d'intérêt supérieur = "exceptionnel"
niveau d'alerte administrative = national
- 14 à 36 = secteur d'intérêt supérieur = "exceptionnel"
niveau d'alerte administrative = national-international

Cette dernière valeur peut varier fortement et permet d'attirer l'attention sur les sites naturels aux intérêts variés et étendus en surface.

Ceci n'empêche pas que les sites naturels ponctuels, souvent favorables à une espèce particulière ou à une communauté particulière doivent être hautement considérés : leur faible surface permet une action précise, parfois un rachat ou la mise en place d'un statut particulier.

VALEUR NATURELLE RELATIVE :

La valeur naturelle intrinsèque peut être rapportée à un paramètre géographique important : celui de la population régionale concernée. Dans cette optique, on peut considérer qu'une zone urbaine densément peuplée a une pression directe (facteur de pression humaine) sur une zone circulaire de 50 kilomètres de rayon environ. Ainsi pour le Nord - Pas-de-Calais, on peut considérer un cercle de 50 kilomètres à partir de Lille, englobant notamment le Bassin houiller et constituant une zone humaine majeure (3 millions d'habitants dans le triangle Lille-Lens-Valenciennes sur les 4 millions régionaux).

Les sites naturels compris dans cette zone sont relativement plus utilisables et plus menacés : il y a donc lieu de leur attribuer un facteur multiplicateur plus important que pour les sites extérieurs à cette zone :

- Facteur 3 : zone d'influence comportant plus de 2 millions d'habitants ou zone de forte pression industrielle ou touristique
- Facteur 2 : zone d'influence comportant plus d'un million d'habitants ou zone de moyenne pression industrielle ou touristique
- Facteur 1 : zone d'influence comportant moins d'un million d'habitants ou zone de faible pression industrielle ou touristique

On aboutit ainsi à une cotation relative très importante sur le plan de l'aménagement : la valeur naturelle relative d'un site naturel.

On peut distinguer les classes suivantes :

Valeur relative du site	faible	remarquable = moyenne	exceptionnelle = forte
	1 à 8	8 à 24	24 à 108

La fiche comprend un certain nombre de précisions sur les caractères du site naturel :

- ACTIVITES HUMAINES TRADITIONNELLES : intéressantes généralement à poursuivre puisqu'elles sont généralement intimement liées à la structure et au maintien historique du site.

- ELEMENTS FRAGILES, DEGRADES OU MENACES : certains éléments notamment biologiques sont plus fragiles que d'autres (pelouses à Orchidées, tourbières, espèces animales rares et farouches, espèces sensibles à la pollution).

Certains éléments de l'écosystème peuvent être dégradés ou menacés, ex. : le passage d'une autoroute dans un massif boisé est une dégradation irréversible malgré le remède partiel des ouvrages compensatoires ; autre ex. : la plantation monospécifique des résineux ou des peupliers à la place des feuillus régionaux, etc...

- POSSIBILITES D'AMELIORATION DU SITE : par exemple, la réintroduction des feuillus régionaux légitimes dans le site considéré. On peut ainsi, avec un réaménagement approprié, faire gagner un ou plusieurs échelons de valeur aux formations naturelles.

- CAPACITE D'ACCUEIL EDUCATIF DU SITE : en fonction du type même d'écosystème et de sa surface, on peut définir sa capacité à recevoir un public plus ou moins nombreux, pendant un laps de temps saisonnier plus ou moins long, moyennant parfois la mise en place d'une zone centrale protégée et d'une zone périphérique accessible avec pavillon d'accueil.

Hiérarchie : - capacité très faible, limitée aux seuls scientifiques

- capacité restreinte permettant la pénétration de quelques centaines de visiteurs selon un itinéraire et une période délimités

- capacité moyenne = public nombreux (quelques milliers de visiteurs par an)

- capacité forte = public très nombreux (dizaines à centaines de visiteurs par an)

- INTENSITE DE LA PROTECTION SOUHAITABLE :

- Niveau 0 : pas de protection particulière
 Niveau 1 : mérite le titre d'espace naturel d'intérêt local
 Niveau 2 : milieu d'intérêt régional
 Niveau 3 : milieu d'intérêt national-international

Si un ouvrage touche des zones de niveau 2 ou 3, l'étude préalable à l'aménagement doit être effectuée par une équipe pluridisciplinaire envisageant toutes les solutions minimisant les impacts.

- ASSOCIATIONS ET PERSONNES CONCERNEES :

Tous groupements ou organismes concernés ou intéressés par le site.

- OBSERVATIONS :

Notations particulières, remarques ou tous éléments incomplètement exprimés en d'autres points de la fiche. Les observations peuvent faire référence par des numéros aux pages mises en annexe.

CONCLUSION

L'inventaire des sites et des sites étendus de grande valeur a un intérêt tout particulier dans l'optique des études préalables à l'aménagement et des études d'impact. Les précautions diverses ou les propositions de variantes doivent être d'autant plus élaborées que le site touché par un ouvrage est plus élevé dans la hiérarchie. L'inventaire ainsi conçu n'est pas un frein au développement économique et à l'aménagement ; il se placerait plutôt comme un élément coté au préalable et intégrable dès le départ aux procédures d'aménagement. Il permettrait donc de faire des choix éclairés et d'ajuster l'effort des études préalables et des compensations aux contraintes naturelles.

BIBLIOGRAPHIE

- DUVIGNEAUD, J., LAMBINON, J. et R. SCHUMACKER, 1978. - L'évaluation des écosystèmes. Quelques réflexions à propos de la réunion organisée à Mons sur ce thème le 7 juin 1977. *Natura Mosana*, 31 : 171-183. Marchienne-au-Pont.
- JOYE, G., 1978. - Problèmes d'aménagement du territoire et de conservation de la nature. Les méthodes d'évaluation des sites et des paysages. *Natura Mosana*, 31 : 1-17. Marchienne-au-Pont.
- LUCAS, A., 1973. - Une échelle de cotation des milieux naturels. *Penn ar Bed*, 72 : 1-5. Brest.
- NEF, L., 1977. - Considérations sur le choix des critères d'évaluation écologique. *L'évaluation des écosystèmes*, 5-9. Doc. 1, Serv. Biol. et Ecol. Université de Mons.
- PIERART, P. et E. WATTIEZ, 1977. - Considérations générales sur l'évaluation des écosystèmes. *L'évaluation des écosystèmes*, 10-19. Doc. 1, Serv. Biol. et Ecol. Université de Mons.
- TUBBS, C.R. et J.W. BLACKWOOD, 1971. - Ecological evaluation of land for planning purposes. *Biol. Conservation*, 3 : 169-172.
- VAN DER MAAREL, E., 1971. - Florastatistreken als bijdrage tot de evaluatie van natuurgebieden. *Gorteria*, 5 : 176-188.

DISCUSSION

- P. TIMBAL. - Quelles sont la nature et l'importance des coupures entre écosystèmes pour qu'on puisse parler de morcélement au sujet du quatrième critère biocoenotique proposé par Messieurs TOMBAL et MERIAUX.
- P. TOMBAL. - La coupure existe dès lors qu'une cloison étanche sépare en deux un écosystème : par exemple, une autoroute complètement engrillagée sans passages à mammifères aménagés et efficaces suffit à créer une coupure formant deux sous-écosystèmes. Une vallée urbanisée et industrialisée sur une grande longueur, un habitat linéaire, un canal aux berges abruptes peuvent créer une telle dégradation par coupure des biotopes animaux. Le problème est grave et important en Europe de plaine.
- E. CHEMIN. - Vu les remarques émises précédemment il est peut-être nécessaire de replacer les études présentées dans leur contexte historique.
En 1973 le D.R.E. a souhaité rassembler les informations ayant trait à l'écologie, puis les compléter dans la perspective de répertorier les richesses biocoenotiques de Picardie afin de mieux situer leur valeur et leur rôle au niveau régional, voire national.
Deux possibilités d'action se dégagent :
- réaliser des études exhaustives sur des territoires restreints,
 - entreprendre des études moins complètes mais sur des zones plus vastes.
- Compte-tenu du manque de documents, de l'urgence des problèmes, des crédits alloués, il a été jugé préférable de s'orienter vers la seconde solution.
- Les études privilégiant peut être trop les "sanctuaires" écologiques étaient à l'origine novatrices, les informations ont été utilisées ; le service du D.R.E. a servi de relais auprès des administrations et des élus.
- La poursuite de ces études est envisagée en essayant de densifier les sources d'informations notamment dans le règne animal et en travaillant dans le cadre d'une équipe pluridisciplinaire.
- J.-M. GEHU. - Insiste sur la nécessité de travailler en équipe pluridisciplinaire pour l'évaluation biologique des sites. Les résultats obtenus dès maintenant par l'Association multidisciplinaire des Biologistes de l'Environnement (A.M.B.E.) réunissant des scientifiques de toutes disciplines sont très probants à cet égard.
- R. DELPECH. - Je ne voudrais pas qu'on interprète ma précédente intervention comme une attaque contre les Mathématiciens, bien au contraire. Les Naturalistes, et en particulier les systématiciens et les phytosociologues, font aujourd'hui appel de plus en plus aux méthodes numériques et à l'informatique dans l'analyse et le traitement des données. Ces méthodes permettent même d'élaborer des interprétations très fines. Mais précisément les Mathématiques et l'Informatique ont été trop exclusivement utilisées jusqu'à présent à l'analyse et au traitement des données purement quantitatives, c'est-à-dire mesurables ou dénombrables, et pas assez à ceux des données qualitatives (présence/absence par exemple).
- M. HOUDAN. - Il est intéressant pour l'aménagement de connaître des éléments globaux d'appréciation quantifiée.

CONCLUSIONS

MERIAUX J.-L. et TOMBAL P., 1982 - Suggestions concernant le réaménagement des carrières en eau. *Bulletin français de Pisciculture*, 286 : 262-267, Boves.

MERIAUX J.-L., TOMBAL J.-C., TOMBAL P. et coll., (A.M.B.E.), 1982 - Patrimoine naturel régional Nord/Pas-de-Calais. Inventaire cartographique hiérarchisé des zones naturelles, 1 carte couleur (40 x 60), notice détaillée, 4 p.

SUGGESTIONS CONCERNANT LE RÉAMÉNAGEMENT DES CARRIÈRES EN EAU

J.-L. MERIAUX (1), P. TOMBAL (2)

RÉSUMÉ

L'intégration harmonieuse des carrières en eau dans les paysages fluviaux, leur réaménagement à des fins halieutiques ou touristiques, voire conservatoires, nécessite la prise en compte de l'état présent de leur environnement, mais surtout de ses potentialités. Les suggestions concernent :

- la taille et la forme des plans d'eau à modeler après extraction des graves et maintien en eau ;
- la définition des profils des berges permettant un développement rapide de la végétation et la réinstallation d'une faune diversifiée ;
- le choix des essences végétales à introduire, en particulier dans les vallées de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne et les techniques à employer, exprimés sur la base de l'étude d'une vingtaine de cas situés dans les vallées de la Somme et de l'Oise.

INTRODUCTION

Lors d'une demande d'ouverture ou d'extension de carrière, il est nécessaire que le pétitionnaire ou maître d'ouvrage joigne à la procédure normale remise à l'Administration une étude d'impact, ceci conformément à la loi du 10 juillet 1976 relative à la Protection de la Nature (décret d'application du 12 octobre 1977) et en regard du Code minier notamment à son article 106 modifié par la loi du 16 juin 1977 (décret d'application du 20 décembre 1977). Le point 4 de l'article 2 détaillant le contenu de l'étude d'impact stipule que cette étude doit présenter " les mesures envisagées par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ". Le réaménagement du site après exploitation est donc une condition nécessaire et indispensable à l'obtention de la demande d'ouverture ou d'extension de la carrière. Si cette réintégration du site dans le paysage est toujours abordée (théoriquement plus ou moins bien d'ailleurs), d'un point de vue pratique, sa réalisation est exceptionnellement conçue de façon logique, en particulier pour les carrières installées dans les grandes vallées et qui demeurent en eau après extraction des graves. Nous avons donc essayé dans cette note de présenter un ensemble de suggestions qui peuvent faciliter ou permettre un réaménagement rationnel des carrières en eau, notamment à des fins halieutiques ou touristiques mais aussi conservatoires, et leur intégration dans les grands paysages fluviaux.

A cet effet il apparaît nécessaire de favoriser la réinstallation rapide d'une végétation naturelle diversifiée ; elle seule permettra en effet l'intégration harmonieuse du site dans le paysage. Le biotope ainsi reconstitué entraînera aussi, de ce fait, le développement d'une faune associée diversifiée (avifaune, ichtyofaune, invertébrés...). Sa réutilisation à des fins touristiques et surtout halieutiques sera par conséquent facilitée et réalisable à moindres frais.

Le réaménagement le plus favorable à la restauration du milieu est donc le réaménagement naturel à des fins halieutiques. Il permet un compromis intéressant entre la nature et une exploitation raisonnable du milieu. D'autres activités ne pourront être superposées (voile, motonautisme), que si elles ne perturbent pas l'utilisation primordiale du milieu (bétonnage, destruction des herbiers, etc...).

(1) Institut Européen d'Écologie, 1 rue des Récollets, 57000 METZ.

(2) Laboratoire de Génétique Écologique, Université des Sciences et Techniques de Lille, 59655 VILLENEUVE D'ASCQ CÉDEX.

Une conception adéquate de l'aménagement doit aborder les trois points suivants :

- 1) définir la taille et la forme du plan d'eau nouvellement créé en fonction de sa vocation future, de l'environnement naturel et potentiel du site;
- 2) définir le profil des berges;
- 3) bien choisir les espèces végétales à introduire et en particulier les essences ligneuses.

1. TAILLE, FORME DES PLANS D'EAU, PROFONDEUR ET QUALITÉ DE L'EAU

La taille doit être fonction de l'environnement immédiat du site :

- paysage fermé ou compartimenté (marais, bocage, semi-bocage) : petits plans d'eau.
Ex. : vallée de la Somme.
- paysage ouvert (openfield) : grands plans d'eau.

La configuration doit être irrégulière :

- Il faut éviter les angles géométriques, les berges régulières. Il faut au contraire favoriser les configurations souples, les formes arrondies.

Il est intéressant tant pour la flore que pour la faune de créer des presqu'îles ou des îlots (figure 1).

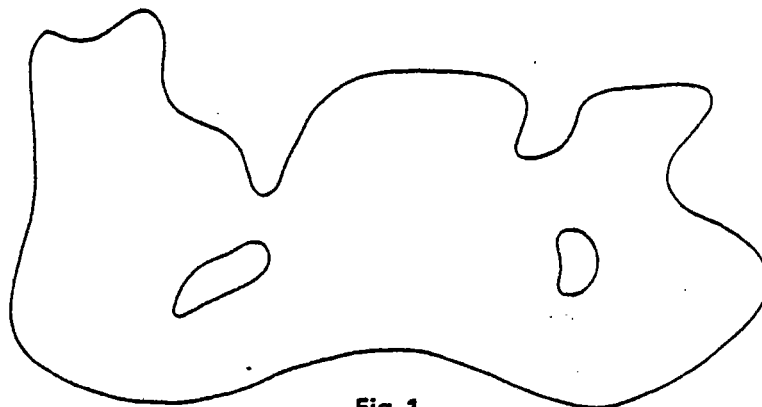


Fig. 1

La profondeur du plan d'eau ne devrait pas excéder 3 mètres. La moyenne serait optimale à 2 mètres (les herbiers de Phanérogames se maintiennent bien à cette profondeur; au-delà, seules quelques Charophytes se développent). Dans ces conditions, l'évolution naturelle par comblement, qui s'effectue lentement, n'aura pas un impact sensible à moyen terme.

La qualité de l'eau est évidemment décisive dans le parti qu'on peut tirer d'un plan d'eau. A des fins halieutiques, les nappes dont les pH sont compris entre 6 et 8,5 sont les plus favorables (nappes alluviales, nappe de la craie); leurs eaux permettent l'installation d'une végétation phanérogamique diversifiée et structurée, elle-même nécessaire à l'installation des frayères. Les nappes de pH voisin de 5 (ex.: issues des sables landéniens) sont nettement moins favorables aux espèces régionales et au plancton.

2. PROFIL DES BERGES

Les berges ne doivent pas être abruptes : des pentes fortes peuvent rendre les abords dangereux en raison des éboulements. et d'autre part, elles rendent impossible la réalisation des différentes ceintures végétales naturelles potentielles.

La pente doit être au départ faible, inférieure à 10° (7/1); un pallier joue le rôle de haut fond sur une largeur variable (2 à 5 m au minimum) de façon à favoriser l'installation des groupements d'hydrophytes des eaux peu profondes et des roselières. Une seconde pente plus forte, mais n'excédant pas 30° (3/1), y fait suite (figure 2). La largeur de la zone garnie de végétation doit être fonction de la configuration et de la superficie du plan d'eau. Elle peut varier dans un ordre d'idées moyen entre 10 et 40 % de la largeur du plan d'eau.

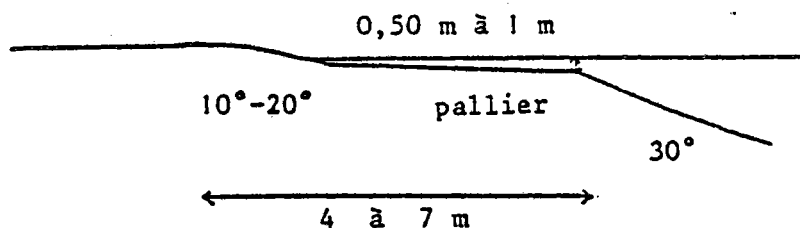


Fig. 2

En règle générale, il ne doit pas y avoir création de banquette périphérique en bourrelet saillant perturbateur dans le paysage alluvial (qui est fondamentalement plat et doit le rester). Ce bourrelet souvent haut de plusieurs mètres serait vite colonisé par les espèces nitrophiles anthropiques (Ortie, Cirse, Chardon); ainsi, les berges doivent rester à un niveau voisin de celui des prairies hygrophiles environnantes (contexte bocager) ou des marais adjacents (contexte marais). Cela permet dans la plupart des cas de retrouver la difficulté d'accessibilité antérieure du site (en particulier accès interdit aux automobiles) et c'est là l'une des bases d'une correcte cicatrisation du site (paysagère et biologique).

Dans le cas particulier d'une zone alluviale soumise à des crues saisonnières, il y a lieu de prévoir les submersions temporaires avec les conséquences qu'elles entraînent (échanges eau-poissons avec le milieu extérieur, apports de matériaux alluvionnaires, érosion locale des ouvrages sur berges). Si ces conséquences sont dommageables, il y a lieu de mettre le plan d'eau hors crue par des techniques appropriées (contre-canaux périphériques).

Les plans d'eau à vocation halieutique doivent être équipés de pontons en rondins; les aménagements à base de béton ou de matériaux métalliques sont à proscrire.

Les plans d'eau à vocation de promenade ou pédagogique sont à équiper de chemins éloignés du plan d'eau; ils ne doivent comporter que des "antennes" doubles ou simples permettant une bonne vision d'ensemble du site.

Des secteurs doivent demeurer inaccessibles aux promeneurs.

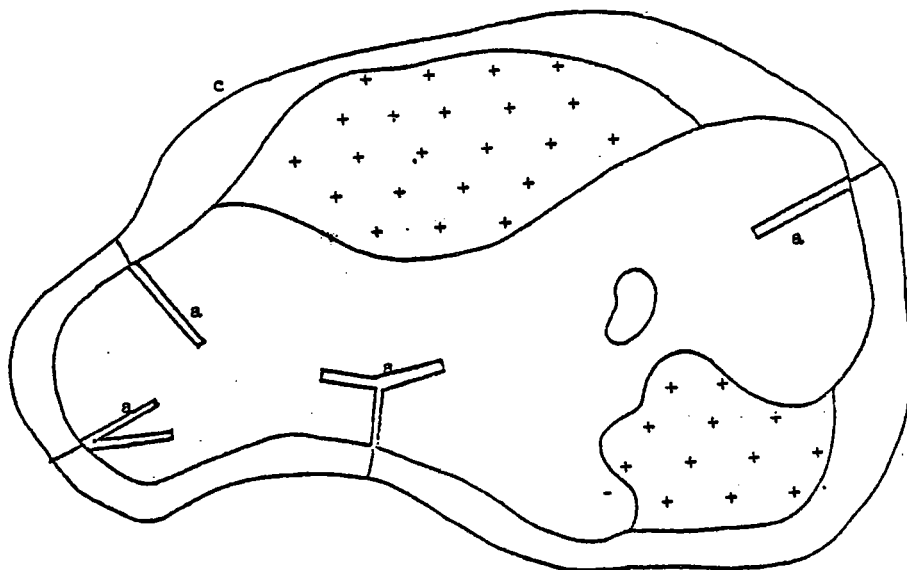


Fig. 3 : + : secteurs inaccessibles; a : antennes; c : chemin de promenade et d'observation.

Les pavillons légers à but pédagogique devraient être réalisés en matériaux naturels dans un but d'intégration : bois (rondins), chaume (Roseau, Jonc des tonneliers).

3. ESPÈCES VÉGÉTALES A INTRODUIRE

Exemple : vallée de la Somme, de l'Oise.

A - Les espèces aquatiques (hydrophytes) et subaquatiques (hélophytes) colonisent spontanément le plan d'eau si les berges sont peu pentées et si elles disposent de replats (hauts fonds).

Ces végétations hydrophytiques et hélophytiques assument plusieurs rôles essentiels :

- elles constituent des frayères indispensables à l'ichtyofaune ;
- elles réalisent un abri indéniable pour la faune des Invertébrés (Insectes et larves, Crustacés et larves, Mollusques...);
- elles produisent l'oxygène nécessaire aux animaux prélevant l'oxygène dissous pour leur respiration ;
- elles assurent pour une grande partie l'épuration biologique des eaux ;
- elles déterminent l'installation d'une avifaune spécifique, sa diversité et sa richesse en espèces.

Hydrophytes :

Nénuphar blanc (*Nymphaea alba*)
Nénuphar jaune (*Nuphar lutea*)
Myriophylle en épis (*Myriophyllum spicatum*)
Myriophylle verticillé (*Myriophyllum verticillatum*)
Elodée du Canada (*Elodea canadensis*)
Potamot luisant (*Potamogeton lucens*)
Potamot crépu (*Potamogeton crispus*)
Callitriche à fruits plats (*Callitriche platycarpa*)
Callitriche à angles obtus (*Callitriche obtusangula*)
Chara vulgaire (*Chara vulgaris*)
Renoncule velue (*Ranunculus trichophyllus*)
Lentille d'eau en fer de lance (*Lemna trisulca*), à l'exception des autres espèces de lentilles
Renoncule peltée (*Ranunculus peltatus*)
Châtaigne d'eau (*Trapa natans*)

Hélophytes :

Les profondeurs mentionnées sont les conditions de la période printannière.

Jonc des tonneliers (*Scirpus lacustris*) - Profondeur : 2 m
Massette à feuilles étroites (*Typha angustifolia*) - Profondeur : 0,60 m
Grande Glycérie (*Glyceria maxima*) - Profondeur : 0,50 m
Laïche des rives (*Carex riparia*) - Profondeur : 0,40 m
Massette à larges feuilles (*Typha latifolia*) - Profondeur : 0,30 m
Roseau commun (*Phragmites australis*) - Profondeur : 0,30 m
Laïche des marais (*Carex acutiformis*) - Profondeur : 0,20 m

Ces végétaux peuvent être aisément prélevés dans les étangs ou marais voisins, dans lesquels, par exemple, une autre carrière va s'ouvrir ; le coût de l'opération ne représente que celui de la main d'œuvre et du transport.

B - Les essences ligneuses à planter :

Elles doivent essentiellement être locales ou régionales. Elles doivent être installées sous forme de groupements structurés, préfiguration du modèle naturel, de façon à accélérer la reconstitution du milieu originel.

1) au contact de l'eau et jusqu'à 2 m au-dessus du plan d'eau de printemps (zoné des bois blancs, longuement inondable) :

- **eau stagnante** : Saulaie à Saule cendré (*Salix cinerea*), Saule à oreillettes (*Salix aurita*), Saule à nervures multiples (*Salix x multinervis*), Bourdaine (*Rhamnus frangula*).
- **eau en mouvement** : Saulaie à Saule des vanniers (*Salix viminalis*) et Saule à 3 étamines (*Salix triandra*).
- **dans les 2 cas** : Saule blanc (*Salix alba*), Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) et à un degré moindre Saule rouge (*Salix rubens*) sont à espacer de 2 m. en 2 m en suivant les limites du plan d'eau ou à planter en "bouquets" (Aulne)

Insistons surtout sur le Saule blanc (*Salix alba*), magnifique espèce capable de "paysager" rapidement vu sa remarquable croissance et sa facilité de bouturage (fragments de 2 m, gros de 5 à 10 cm).

Les végétations hygrophiles arborescentes ont avec les végétations héliophytiques un rôle de protection des berges important.

2) en retrait de ces groupements à partir de 2 m à 3 m au-dessus du plan d'eau de printemps (zone des bois durs sur terrasses alluviales, périodiquement inondables) :

— Aulnaie - Frênaie, Frênaie pure et Chênaie - Frênaie - Ormaie, avec Aulne, Frêne élevé (*Fraxinus excelsior*), Orme (*Ulmus campestris*) - ce dernier atteint actuellement par la Graphiose, maladie due à un champignon, ne doit pas être planté - Chêne pédonculé (*Quercus robur*), Peuplier grisard (*Populus canescens*), Erable champêtre (*Acer campestre*).

Les arbustes pouvant former des haies mêlées dans cette zone sont le Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), la Viorne obier (*Viburnum opulus*), le Prunellier épineux (*Prunus spinosa*), le Merisier à grappes (*Prunus padus*) - ce dernier a une floraison très esthétique -, le Saule cendré (*Salix cinerea*), l'Erable champêtre (*Acer campestre*), les Aubépines (*Crataegus monogyna* et *C. oxyacantha*), le Fusain d'Europe (*Evonymus europaeus*), le Noisetier (*Corylus avellana*), le Lierre (*Hedera helix*) - élément toujours vert formant une trame intéressante dans la haie -, le Houblon sauvage (*Humulus lupulus*). - Les espèces en caractères gras sont prioritaires -.

Du point de vue des arbres, insistons sur le **Chêne pédonculé**, espèce arborescente de base dans nos paysages de plaine, qui devrait être l'espèce essentielle de paysagement depuis les milieux humides jusqu'aux milieux secs. Outre la **qualité du paysage** due aux Chênes isolés ou en "bouquets" de dimensions variables, c'est l'**espèce-clef** qui appelle immédiatement dans son environnement **tout le cortège végétal et animal régional** dont la réinstallation est d'ailleurs spontanée. Le Frêne doit lui être associé. La tradition séculaire du maintien du Chêne pédonculé dans les campagnes est la base de la très haute qualité des paysages de l'Angleterre du Sud, de l'Ouest français (Normandie surtout) et de l'Allemagne du Nord.

Finalement, Saule blanc (0 à 2 m au-dessus de l'eau) et Chêne pédonculé (au-delà de 2 m) sont les deux éléments qui doivent former le fond des réinstallations paysagères sur les bords des carrières réaménagées.

Le coût de ces implantations est faible en raison de la facilité de se procurer ces essences locales.

Exemple : Saule blanc planté sous forme de boutures prélevées sur des Saules taillés en têtard, très nombreux dans ces vallées (jusqu'à 100 boutures sur un même arbre).

Ces espèces locales sont nettement moins onéreuses que les essences exotiques.

Leur taux de reprise est voisin de 100 %, ce qui est loin d'être le cas des espèces étrangères ; elles assurent par définition l'intégration du site dans le paysage qu'elles valorisent de surcroît, apportant par là un élément compensatoire fondamental conjurant partiellement la détérioration du site.

Le Peuplier américain (*Populus x canadensis*) est à rejeter : il dégrade fortement les sites à brève échéance (réduction de la flore accompagnatrice à 2 ou 3 espèces ainsi que de la faune). C'est une espèce à réserver aux plantations de production industrielle et non pas à "parsemer" en arbres isolés ou en plantations restreintes, en raison des effets alors très négatifs sur la qualité et l'harmonie des paysages.

Les Conifères (Epicéa, Chamaecyparis, Thuya) et les buissons exotiques toujours verts (Troène du Japon, *Laurocerasus*) sont à proscrire formellement. On peut voir, à l'ouest de Soissons, des réaménagements utilisant ces espèces et présentant un très mauvais aspect, en raison précisément de ces introductions, de la géométrie des contours et des clôtures trop voyantes.

Enfin, chaque cas de réaménagement est un problème particulier qui demande la prise en compte de réalités variées. Celles-ci s'opposent parfois au rétablissement total des valeurs naturelles. Mais ce réaménagement peut toujours intégrer un minimum de précautions paysagères et biologiques qui valorisent les différentes possibilités d'utilisations ultérieures.

C-Techniques d'implantations

L'implantation artificielle de végétaux aquatiques est difficile à réaliser. Elle se fera en début de période végétative (avril à juin). Le fragment de l'association où figure l'espèce caractéristique sera introduit sous une cage de grillage plastifiée, de 1 m/1 m et de 0,50 m de haut, de façon à ce que les hydrophytes ne remontent pas à la surface et développent leur système racinaire. L'enclos protège aussi contre l'action des Anatidés et du Rat musqué, rongeur colonisant rapidement les milieux neufs; il devra être enlevé au bout de 1 à 2 semaines.

Dans l'installation des végétaux, la nature du substrat et sa granulométrie jouent un rôle important. Si la taille des éléments est supérieure au centimètre, la réussite sera certainement meilleure en recouvrant le substrat de quelques centimètres de terre végétale, d'autant que le substrat neuf n'apporte que peu d'éléments nutritifs.

La plantation du Roseau (*Phragmites australis*) et des Laïches (*Carex*) s'effectuera en ballots; celle des Massettes (*Typha angustifolia* et *T. latifolia*), du Jonc des Tonneliers (*Scirpus lacustris*) et de la grande Glycérie (*Glyceria maxima*) par plantation de rhizomes et de rejets. La Glycérie peut être aussi semée sur des sols à condition que la surface ensemencée ne soit pas inondée pendant les six premiers mois qui suivent. Pour le Roseau commun on peut aussi enfoncer 3 à 4 boutures dans un trou de 0,30 m à 0,50 m de profondeur. Ces plantations se feront en automne ou en tout début du printemps.

Les Saules seront introduits soit individuellement sous forme de boutures, de verges, ou de perches, soit assemblés par tressage ou ligature par du fil de fer (fascines), soit encore par couche d'étendage comprenant des verges de Saules de 2 à 3 ans longues de 1,50 m à 2 m, inclinées vers l'aval de la berge. Les implantations se feront de novembre à mars.

Les espèces de "bois dur" seront installées par la méthode classique de plantation de plants enracinés. En mélangeant différentes essences arbustives et arborescentes, on doit obtenir par des coupes appropriées une structure semblable au modèle naturel.

CONCLUSION

Etangs de pêche ou de chasse, plans d'eau nautiques, sites de plaisance péri-urbains: quelle que soit la destination qu'on voudra donner aux carrières en eau après exploitation, il apparaît fondamental de remodeler et surtout de végétaliser avec des normes biologiques et paysagères. Par delà l'aspect légal de l'aménagement compensatoire, il faut y voir la plus-value en matière d'exploitation ultérieure qu'apportera le rétablissement adéquat de la flore, de la faune et des paysages naturels.

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT

PATRIMOINE NATUREL REGIONAL
DU NORD / PAS-de-CALAIS

INVENTAIRE CARTOGRAPHIQUE HIERARCHISE
DES ZONES NATURELLES

NOTICE

Coordination : D.R.A.E.
Réalisation : A.M.B.E.

NOTICE

BUT POURSUIVI

Ce document est une carte de sensibilisation au 1/330.000 permettant de situer l'importance réelle des zones naturelles dans la Région Nord/Pas-de-Calais et leur valeur relative. Il ne constitue qu'une première étape, basée sur l'état actuel des connaissances et nécessitera une actualisation régulière.

Cette cartographie est complétée par des cartes à plus grande échelle (1/25.000) en cours de réalisation, précisant les conditions du zonage et mettant en évidence des éléments intéressants d'étendue plus restreinte : stations botaniques et sites zoologiques précis.

I - LEGENDE DE LA CARTE

Les zones naturelles sont cartographiées à petite échelle ; une couleur conventionnelle leur est attribuée en fonction de la valeur retenue pour chacune d'entre elles :

- secteur de valeur internationale ou nationale rouge
- secteur de valeur régionale orange
- secteur de valeur locale jaune

D'autres critères (paysager, archéologique, architectural) n'ont pas été pris en compte dans cette cartographie. Le poids relatif de ces critères pourrait venir renforcer la valeur de certains secteurs d'un intérêt biologique donné.

Certains terroirs sont mentionnés sur cette carte, car ils constituent des biotopes originaux propres à la région. Leur sélection a été effectuée en fonction de critères biologiques faisant ainsi ressortir une quinzaine de terroirs ou groupe de terroirs d'intérêt exceptionnel ou remarquable.

Les principales voies de déplacement des oiseaux (migratoire ou local) figurent sur cette carte. Elles correspondent à des flux majeurs souvent concentrés dans les vallées qui deviennent diffus sur les plateaux, ce qui explique que certaines s'arrêtent brusquement sur la carte. Au niveau du Cap Gris-Nez, un carrefour exceptionnel de voies migratoires existe à l'échelle européenne.

En ce qui concerne les voies de déplacement des mammifères, ce sont celles des grands ongulés forestiers (cervidés et suidés) : elles montrent d'évidentes solidarités entre les populations de certains massifs forestiers.

La cartographie fine (1/25.000) fera apparaître avec plus de précision les passages des oiseaux et des mammifères.

Les bois et les forêts (domaniales et privées) apparaissent en ajout sous la forme de hachures vertes.

2 - METHODE D'ÉVALUATION

L'intérêt et le niveau de valeur des zones naturelles rencontrées ont d'abord été définis ; la méthode utilisée étant celle mise au point par TOMBAL et MÉRIAUX (1981).

CRITERES DE DELIMITATION ET DE COTATION DES ZONES NATURELLES

A - OBJET DE L'OBSERVATION

Les trois unités essentielles constituant la nature sont la géologie, la flore et la faune. Ce sont des objets tangibles permettant des études scientifiques et des évaluations objectives. Leur synthèse permet une appréciation et une gestion harmonieuse du cadre de vie d'une région. Les intérêts géologiques peuvent être liés aux roches, aux fossiles, à l'histoire des couches sédimentaires aux accidents subis par celles-ci (plis, failles) et à l'explication de la topographie actuelle. Les intérêts biologiques se rapportent à la flore, la faune et à leurs biotopes. Ils concernent en fait l'essentiel de cette étude. En effet, faune et flore spontanées sont soumises à une dégradation progressive alors que les unités géologiques ne sont qu'assez faiblement touchées par l'activité humaine.

B - DIAGNOSTIC DE COTATION

1/ La rareté d'une espèce ou d'un groupement d'espèces (biocénose).

Plus une unité biologique est rare, plus sa valeur est élevée ; ce critère est encore appelé critère d'irremplaçabilité.

La détermination du degré de rareté est tributaire d'une connaissance géographique très large du monde vivant.

C'est une notion relative. Si l'unité est rare à l'échelle internationale ou nationale, elle possède alors le plus haut degré d'irremplaçabilité. Le site qui comporte une telle espèce, possède alors une valeur dite «nationale-internationale».

2/ La diversité : une biocénose peut être plus ou moins diversifiée dans ses composants par rapport à son état de complexité maximale pour une région donnée, (par suite de dégradations dues à l'intervention humaine ou de causes naturelles). Plus une

biocénose est riche en espèces par rapport à sa potentialité pour une région donnée, plus sa valeur biologique est élevée. Mais surtout, nous avons pris en compte la répétition de la rareté en un site donné lorsque 2, 3 ou plusieurs espèces rares s'accumulent, entérinant le niveau international.

3/ La proximité du climax : Plus une biocénose s'approche de ce qu'elle était alors que l'homme n'avait que peu d'influence sur la biosphère, plus elle a d'intérêt sur le plan national. Le climax n'existe plus dans les plaines françaises où les grands carnivores ont été détruits et où les forêts ont été fortement exploitées et réduites en surface. Il existe cependant certains îlots forestiers qui possèdent encore des caractères structuraux proches de leur composition originelle. Ce sont généralement les forêts domaniales, régénérées ou plantées écologiquement sur la plus grande partie de leur surface. Certaines forêts ont également une étendue qui leur confère une composante faunistique de première valeur liée à la présence de grands mammifères (cervidés, suidés, mustélidés...) et grands oiseaux (bondrée apivore, buse variable, busard st martin, autour des palombes, milan noir, pic noir, pic épeiche, héron cendré...).

A côté de ces ensembles pro-climatiques, il existe certaines biocénoses originales par leur constitution en espèces (atteignant 50 à 100 espèces seulement pour le règne végétal) qui sont celles des pelouses crayeuses, dont la pérennité est liée au maintien d'un pâturage extensif empêchant le retour de la forêt et la destruction des espèces herbacées.

4/ Continuité de l'espace naturel et surface d'un seul tenant : La surface d'un seul tenant est un paramètre capital pour un écosystème naturel ; ce dernier est d'autant plus stable et capable d'autodéfense qu'il est étendu. Il y a lieu d'en sauvegarder l'espace interne, mais aussi les interstices et les lisières qui sont partie intégrante de l'écosystème.

C - HIERARCHISATION DES ZONES NATURELLES

Pour chaque zone naturelle homogène délimitée et repérée, il y a donc lieu d'évaluer le niveau d'intérêt de la géologie, de la flore et de la faune, d'attribuer une cotation à chaque niveau et de sommer les valeurs obtenues.

Différents systèmes de cotation peuvent être utilisés. La méthode retenue consiste à affecter une cote aux éléments géologiques, botaniques et zoologiques de chaque zone repérée. Les niveaux de cotation sont en progression exponentielle (0, 1, 4, 9), ce qui permet la mise en relief des éléments les plus intéressants. La démarche ne s'est pas limitée à la prise en compte du seul indice de rareté puisqu'ont été associés les divers indices énumérés aux paragraphes précédents

(diversité, proximité du climax, superficie d'un seul tenant et continuité spatiale).

D - REPRESENTATION CARTOGRAPHIQUE DES ZONES REPERÉES ET COTÉES

C'est la complexité de l'édifice biocénotique qui a été prise en compte. L'établissement des échelles de rareté aboutit à discerner les espèces, les phytocénoses, les zoocénoses pour lesquelles il est nécessaire d'établir une cartographie thématique spécifique. Certains éléments géologiques (géomorphologie, pédologie) sont intégrés parce qu'ils permettent une appréciation tangible des paysages. Enfin, la synthèse porte sur les écotopes et résulte de la sommation des évaluations chiffrées partielles.

Le zonage global proposé présente les secteurs géographiques hiérarchisés à trois niveaux ; apparaissent donc trois types de zones :

- zones de valeur internationale ou nationale,
- zones de valeur régionale,
- zones de valeur locale.

3 - DOCUMENT DESCRIPTIF DES SITES NATURELS PRIMORDIAUX

Cette carte est l'illustration sommaire d'un fichier sitologique qui est un descriptif de 92 sites primordiaux du Nord - Pas-de-Calais (niveaux de valeur internationale, nationale ou régionale). Chaque fiche met en relief l'intérêt floristique, faunistique, écosystémique et géomorphologique.

Deux valeurs synthétiques apparaissent pour chaque site :

- valeur intrinsèque,
- valeur naturelle relative, en rapport avec l'environnement humain.

D'autre part, la fragilité du site, sa capacité d'accueil éducatif, l'intensité et les modalités de la protection à appliquer sont précisées.

Chaque site décrit est accompagné d'une liste d'espèces végétales, animales et des phytocénoses.

Ce fichier qui n'existe qu'en un petit nombre d'exemplaires ne fait l'objet d'aucune diffusion, compte tenu de la nature des informations qu'il contient. Il est consultable sur demande à la Délégation régionale à l'Architecture et à l'Environnement.

Réalisation par : l'ASSOCIATION MULTIDISCIPLINAIRE DES BIOLOGISTES DE L'ENVIRONNEMENT

Conception et zonage : J-L. MERIAUX, J-C. TOMBAL, P. TOMBAL.

Avec la collaboration de : J-M. GEHU, J. GODIN, L. KERAUTRET, D. PETIT, G. TOMBAL, J. TROUVILLIEZ, P. VERDEVOYE, D. VIGNEUX, J-R. WATTEZ.